

Das Forward Premium Puzzle als Ergebnis adverser Selektion

Von der Mercator School of Management
- Fakultät für Betriebswirtschaftslehre - der Universität Duisburg-Essen
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft (Dr. rer. oec.)
genehmigte Dissertation

von

Dennis Bensberg

aus

Duisburg

Datum der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 2011

Erstgutachter:
Zweitgutachter:

Prof. Dr. Peter Anker
Prof. Dr. Joachim Prinz

Das Forward Premium Puzzle als Ergebnis adverser Selektion

Diplom-Ökonom Dennis Bensberg

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Einleitung	4
1 Das Forward Premium Puzzle und Erklärungen unter Vernachlässigung der Marktmikrostruktur	6
1.1 Die UIP-Regression	8
1.2 Traditionelle Erklärungsansätze	10
1.2.1 Zeitvariable Risikoprämien und Fama-Zerlegung	10
1.2.2 Exogene Risikoprämie und systematische geldpolitische Reaktionen .	13
1.2.3 Heterogene Akteure und systematische Erwartungsfehler	17
1.2.3.1 Noise Trading	18
1.2.3.2 Lernprozesse und Peso-Problem	21
1.2.4 Abweichungen von rationalen Erwartungen	26
1.3 Neuere Erklärungsansätze	27
1.3.1 Seltene Portfolioanpassungen	29
1.3.2 Carry Trader als Auslöser des Forward Premium Puzzles	31
2 Marktmikrostruktur und adverse Selektion am Devisenmarkt	39
2.1 Marktmikrostruktur und Order Flow	39
2.1.1 Die Rolle des Order Flows im Informationsprozess	40
2.1.2 Evidenzen zum Strong Flow Centric View	44
2.1.3 Evidenzen zum Weak Flow Centric View	49
2.2 Modell zur Erklärung des Forward Premium Puzzles unter Berücksichtigung adverser Selektion	52
2.2.1 Grundlegende Annahmen des Modells	53
2.2.2 Herleitung der Ask-Forward-Rate	55
2.2.3 Eigenschaften der UIP-Regression	58

2.3	Erforderliche Erweiterungen zur Erklärung des Forward Premium Puzzles über adverse Selektion	61
2.3.1	Handelsstrategie der Uninformierten	61
2.3.2	Die Rolle des Spotmarktes	63
2.3.3	Erfasste Akteure	65
3	Erweitertes Modell zur Erklärung des Forward Premium Puzzles unter Berücksichtigung adverser Selektion	67
3.1	Modellierung des gleichgewichtigen Wechselkurses bei vollständiger Information	69
3.2	Das Problem adverser Selektion für den Market Maker	73
3.2.1	Herleitung der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt	74
3.2.2	Herleitung der Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt	83
3.3	Adverse Selektion als Ursache des Forward Premium Puzzles	86
3.3.1	Der Steigungsparameter der UIP-Regression	86
3.3.2	Die Rolle von Portfolio Shifts der Noise Trader	88
3.3.3	Die Rolle privater Informationen	97
3.3.4	Zusammenfassung und Diskussion	107
	Fazit	112
	Literaturverzeichnis	114
A	Herleitungen der Ask- und Bid-Forward-Raten	A1
B	Herleitung des gleichgewichtigen Wechselkurses	B1
C	Intervalle für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$	C1
D	Intervalle für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$	D1
E	Intervalle für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$	E1
F	Intervalle für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes unabhängig von β_f	F1

Abbildungsverzeichnis

3.1	Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ und $q = 1$	93
3.2	Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$ und $q = 1$	95
3.3	Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $q = 1$ (unabhängig von β_f).	96
C.1	Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ für unterschiedliche q	C2
D.1	Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$ für unterschiedliche q	D2
E.1	Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ für unterschiedliche q	E1
F.1	Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes unabhängig von β_s für unterschiedliche q	F1

Einleitung

Das Forward Premium Puzzle stellt eine der am längsten bestehenden Ungereimtheiten im Bereich internationaler Finanzmärkte dar.¹ Es beschreibt die Tatsache, dass der Wechselkurs am Forwardmarkt zukünftige Wechselkursänderungen am Spotmarkt durchweg untertreibt und häufig sogar Veränderungen entgegen der im Sinne rationaler Erwartungen anzunehmenden Richtung anzeigt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, auf theoretischer Basis eine mögliche Erklärung für dieses Puzzle aufzuzeigen. Während der Devisenmarkt in den meisten Modellen als idealisierter, walrasianischer Markt modelliert wird, berücksichtigt das im Hauptteil dieser Arbeit vorgestellte theoretische Modell explizit, dass es sich beim Devisenmarkt um einen dezentralisierten over the counter Markt handelt auf dem der Handel über Market Maker abgewickelt wird. Das Modell kombiniert dabei Eigenheiten des Portfolio Shifts Modells nach Evans und Lyons (2002) mit einem Problem adverser Selektion auf Seiten der Market Maker, im Sinne von Glosten und Milgrom (1985) und Burnside et al. (2009). Das adverse selection Problem der Market Maker resultiert daraus, dass am Markt unterschiedlich informierte Akteure handeln. Die Idee, dass ein Teil der für den Wechselkurs relevanten Informationen nicht öffentlich beobachtbar ist und erst über Transaktionen in den Wechselkurs gelangt, ist zentraler Bestandteil der Mikrostrukturanalyse.

Das Modell betrachtet neben informierten Akteuren so genannte Noise Trader, die ihr Handeln auf technische Analyseverfahren begründen sowie uninformierte Liquidity Trader. Während für den Market Maker ebenso wie für die Liquidity Trader ausschließlich die öffentlich verfügbaren Informationen beobachtbar sind, erhalten die Informierten im Modell darüber hinaus private, überlegene Informationen. Wie auch in Glosten und Milgrom (1985) oder Burnside et al. (2009) nutzen die informierten Akteure ihren überlegenen Informationsstand in Geschäften mit dem Market Maker aus, indem sie lediglich zu solchen Preisen handeln, die für sie mit Gewinnen und für den Market Maker mit erwarteten Verlusten einhergehen. Aus diesem Grund muss der Market Maker im Rahmen seiner Preissetzung die Wahrscheinlichkeit dafür berücksichtigen, dass eine bei ihm eingegangene Order von einem Informierten stammt. Dies wird allerdings dadurch erschwert, dass die Anteile der Informierten aufgrund des Verhaltens der Noise Trader schwanken. Je nach Marktkonstellation sind Noise Trader mehr oder weniger stark am Markt aktiv und verringern oder erhöhen damit den relativen Anteil der Informierten.

Im hier entwickelten Modell sieht sich der Market Maker zwei adverse selection Problemen gegenüber. Das adverse selection Problem gegenüber den Informierten resultiert aus deren überlegenem Informationsstand und den damit verbundenen erwarteten Verlusten aus den Geschäften mit den Informierten. Das adverse selection Problem gegenüber den Noise Tradern geht darauf zurück, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader möglicherweise

¹Vgl. Chakraborty und Evans (2008), S. 477.

einen Effekt auf den Wechselkurs haben, was für den Market Maker ebenfalls in erwarteten Verlusten resultieren würde. Im Rahmen der Preissetzung wird der Market Maker daher neben seinen Erwartungen bezüglich des Verhaltens der Informierten auch seine Erwartungen über das Verhalten der Noise Trader berücksichtigen.

Werden im Modell ausschließlich Informierte betrachtet, ergibt sich kein Forward Premium Puzzle. Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Noise Trader tritt das Puzzle nur unter sehr restriktiven Annahmen auf. Dies verdeutlicht, dass das Puzzle auf die gemeinsame Anwesenheit unterschiedlich informierter Akteure mit unterschiedlichen Handelsstrategien zurückgeht. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Noise Tradern und Informierten stellt sich das Puzzle im Modell selbst dann ein, wenn unterstellt wird, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader keinen Einfluss auf den Wechselkurs haben. Für das Auftreten des Puzzles im Modell ist es notwendig, dass das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten schwankt. Dies wird durch die schwankenden Anteile der Noise Trader und die damit verbundenen schwankenden Anteile an informierten Akteuren erreicht. Dieses Ergebnis des Modells unterstreicht die Bedeutung der privaten Informationen für die Dynamik der Wechselkursentwicklung im Sinne der Mikrostrukturanalyse und hier insbesondere des Literaturzweigs des Strong Flow Centric View.

Anders als in Burnside et al. (2009) bleibt das adverse selection Problem des Market Makers im hier entwickelten Modell nicht auf den Forwardmarkt beschränkt. Vielmehr weisen die Ergebnisse des Modells darauf hin, dass es für das Auftreten des Puzzle darauf ankommt, dass der Market Maker auf dem Spot- und Forwardmarkt mit den gleichen adverse selection Problemen konfrontiert wird. Ohne die Berücksichtigung des Spotmarktes ergibt sich im Modell kein Forward Premium Puzzle.

Die Arbeit beginnt mit einer Darstellung des Forward Premium Puzzles. In Kapitel 1.2 werden im Anschluss daran einige traditionelle Erklärungsansätze näher vorgestellt. Dabei werden neben Risikoprämien auch systematische geldpolitische Reaktionen berücksichtigt. Darüber hinaus werden Ansätze aufgezeigt, die das Puzzle eher in der Heterogenität der Akteure sowie in systematischen Erwartungsfehlern und Abweichungen von der Annahme rationaler Erwartungen begründet sehen. Insgesamt lässt sich unter Verwendung der traditionellen Ansätze zwar stets ein Teil des Puzzles erklären, die Modelle sind aber nicht in der Lage das gesamte Ausmaß des Puzzles abzubilden. Entsprechend finden sich in Kapitel 1.3 zwei weitere, innovativere Ansätze. Das Puzzle wird darin zum einen auf seltene Portfolioanpassungen, also auf zögerliches Verhalten der Akteure am Devisenmarkt und zum anderen auf Carry Trader zurückgeführt.

Das zweite Kapitel widmet sich dem dieser Arbeit zugrundeliegenden Gedanken, dass am Devisenmarkt unterschiedlich informierte Akteure aktiv sind. Diese Idee ist Grundbestandteil des Mikrostrukturansatzes, welcher in Kapitel 2.1 zunächst kurz erläutert wird. In Kapitel 2.2 folgt eine Darstellung des Modells aus Burnside et al. (2009), welches die in Glosten und Milgrom (1985) entwickelte Problematik adverser Selektion für den Market Maker, resultierend aus asymmetrischer Informationsverteilung, erstmalig auf den Devisenmarkt anwendet und damit die Grundlage für das in Kapitel 3 entwickelte Modell bildet. Kapitel 2 schließt mit einigen kritischen Anmerkungen zum Modell nach Burnside et al. (2009), welche gleichzeitig die wesentlichen Erweiterungen des in Kapitel 3 entwickelten Modells gegenüber dem Modell aus Burnside et al. (2009) aufzeigen.

In Kapitel 3 wird das auf Glosten und Milgrom (1985) und Burnside et al. (2009) basierende Modell vorgestellt.

Kapitel 1

Das Forward Premium Puzzle und Erklärungen unter Vernachlässigung der Marktmikrostruktur

Im Zentrum der Diskussionen zum UIP-Puzzle steht die so genannte UIP-Regression. Diese wird im folgenden Abschnitt zunächst hergeleitet, um im Anschluss daran das so genannte Forward Premium Puzzle darzustellen. Es folgen traditionelle sowie neuere Erklärungsansätze des Puzzles.

Traditionelle Erklärungen des Puzzles lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Während die eine Gruppe das Puzzle in Risikoprämien für die Investition in eine Währung begründet sieht, führt die zweite Gruppe das Puzzle eher auf Erwartungsfehler der Akteure zurück.² Der nachfolgende Überblick stellt zunächst einige der traditionellen Ansätze zur Erklärung des Forward Premium Puzzles dar. Den Ausgangspunkt bildet der Versuch, das Puzzle über zeitvariable Risikoprämien für die Anlage in eine Währung zu erklären. Allerdings zeigt sich, dass sich die zur Erklärung des Puzzles notwendigen Eigenschaften der Risikoprämie weder mit statischen, noch mit intertemporalen Modellen abbilden lassen. Im Anschluss daran werden Arbeiten vorgestellt, die das Puzzle nicht über die Risikoprämie selbst, sondern über geldpolitische Reaktionen auf Schwankungen der Prämie zu erklären versuchen. Der Abschnitt zu den traditionellen Erklärungen umfasst darüber hinaus Arbeiten, die das Puzzle auf die Heterogenität der Akteure sowie auf Erwartungsfehler zurückführen. Der Ansatz der heterogenen Akteure unterstellt, dass unterschiedliche Gruppen am Devisenmarkt unterschiedliche Verfahren zur Prognose von Wechselkursänderungen nutzen oder dass sich die Gruppen hinsichtlich ihres Informationsstandes unterscheiden. Der Versuch das Puzzle über Erwartungsfehler zu erklären basiert auf Lernprozessen und dem Peso-Problem. Lewis (1989) schlussfolgert in ihrer Arbeit, dass sich unter Berücksichtigung eines Lernprozesses zwar ein Teil des Puzzles erklären lässt, dass Lernprozesse allein das Puzzle allerdings nicht hervorrufen können. Dies geht darauf zurück, dass Lernprozesse nur dann zu Verzerrungen führen, wenn sich ein den Wechselkurs bestimmender Prozess (zum Beispiel der Prozess des Geldangebots) ändert. Das Puzzle tritt hingegen systematisch auf. Demnach wären zur Erklärung des Puzzles über Lernprozesse wiederkehrende Switches in dem den Wechselkurs bestimmenden Prozess notwendig. Ähnliches gilt für das Peso-Problem. Dieses stellt eine Situation dar, in der ein gravierendes Ereignis mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit erwartet wird. Werden endliche Zeitreihen betrachtet, so sind die seltenen Ereignisse darin

²Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1995), S. 1921 f.

stets unterrepräsentiert. Da die Ereignisse im Rahmen der Erwartungsbildung mit ihren Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichtet werden, erscheinen die Erwartungen in diesem Fall verzerrt. Übertragen auf den Zusammenhang am Devisenmarkt bedeutet dies, dass eine drastische Auf- bzw. Abwertung einer Währung im Rahmen der Wechselkursänderungserwartungen mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit berücksichtigt wird. Tritt die drastische Wechselkursänderung im betrachteten Zeitraum nicht auf, erscheinen die Prognosen verzerrt. Über ein solches Peso-Problem kann zwar ein Teil des Puzzles erklärt werden, sowohl Evans und Lewis (1995) als auch Bates (1996) kommen aber zu dem Schluss, dass sich das Puzzle nicht allein auf ein mögliches Peso-Problem zurückführen lässt.³

Abschnitt 1.3 beschäftigt sich mit neueren Ansätzen zur Erklärung des Puzzles. Hier werden neben den aus den Transaktionen entstehenden Kosten und dem daraus resultierenden Verhalten der Akteure auch die Auswirkungen von Carry Trades als mögliche Ursachen des Forward Premium Puzzles angeführt. Bacchetta und van Wincoop (2010) zeigen in ihrer Arbeit, dass die mit dem Handeln am Devisenmarkt einhergehenden Kosten nicht durch mögliche Gewinne kompensiert werden. Die Gewinne sind demnach zwar statistisch, nicht aber ökonomisch signifikant. Permanente Anpassungen der Positionen am Devisenmarkt sind daher nicht rational. Die Akteure ändern ihre gehaltenen Positionen nur dann, wenn alte Geschäfte auslaufen. Aus diesem Grund reagieren sie nur mit Verzögerung auf sich ändernde Fundamentaldaten, was zu einem so genannten Delayed Overshooting⁴ führt, worin die Autoren eine mögliche Ursache des Forward Premium Puzzles sehen. Der letzte Abschnitt befasst sich schließlich mit Arbeiten zu Carry Trades am Devisenmarkt. Im Rahmen dieser Handelsstrategie wird das Versagen der ungedeckten Zinsparität systematisch ausgenutzt. Dabei zeigen Burnside et al. (2010), dass die Gewinne am Devisenmarkt, anders als von Bacchetta und van Wincoop (2010) unterstellt, ökonomisch sehr wohl als signifikant eingestuft werden können. Brunnermeier et al. (2009) messen Carry Trades eine noch größere Bedeutung bei. Sie gehen nicht nur davon aus, dass diese aufgrund des Versagens der UIP profitabel sind, sondern sehen in Carry Trades eine mögliche Ursache des Puzzles.

³Zusammenfassungen der traditionellen Erklärungsansätze finden sich zum Beispiel in Hodrick (1987), Lewis (1995), Engel (1996) oder Sarno (2005).

⁴Nach Ansicht von Dornbusch (1976) entsteht ein so genanntes Überschießen des Wechselkurses daraus, dass sich die Preise auf Finanz- und Gütermärkten im Anschluss an eine Veränderung der geldpolitischen Ausrichtung unterschiedlich schnell anpassen. Dornbusch (1976) geht dabei in seinem Modell von rigiden Güterpreisen und perfekter Kapitalmobilität zwischen dem In- und Ausland aus (Vgl. hierzu und zum Folgenden Rogoff (2002), S. 6 ff.). Der Inlandszins entspricht im Modell dem Auslandszins zuzüglich der erwarteten Wechselkursänderung (ungedeckte Zinsparität). Kommt es in dieser Konstellation zu einem unerwarteten Anstieg des inländischen Geldangebots, erfordert ein Gleichgewicht auf dem Geldmarkt zunächst einen niedrigeren Inlandszins. Bei Gültigkeit der ungedeckten Zinsparität ist dieser Rückgang im Zins nur möglich, wenn für die Inlandswährung eine Aufwertung in der Zukunft erwartet wird. Da die Erhöhung des Geldangebots langfristig in einer proportionalen Anpassung des Wechselkurses resultiert, ist eine Aufwertungserwartung im Zuge des Zinsrückgangs nur dann möglich, wenn die Inlandswährung im Anschluss an die Zinsanpassung stärker an Wert verliert, als für das langfristige Gleichgewicht zu erwarten ist. Diese starke Preisanpassung wird als Überschießen des Wechselkurses bezeichnet. Langfristig gesehen steigen die Güterpreise letztlich und der Wechselkurs tendiert in Richtung seines neuen Gleichgewichtswertes. Im Rahmen des Delayed Overshootings erfolgt die Aufwertung der heimischen Währung erst mit Verzögerung. Im Zuge eines Zinsrückgangs im Inland wertet die Inlandswährung zunächst über einen längeren Zeitraum ab.

1.1 Die UIP-Regression

Den Ausgangspunkt des Forward Premium Puzzles bildet die Theorie der ungedeckten Zinsparität. Diese betrachtet gleichartige Anlagen im In- und Ausland, die sich hinsichtlich Laufzeit, Ausfallrisiko, Liquidität, Besteuerung usw. nicht voneinander unterscheiden. Annahmegemäß besteht freier Kapitalverkehr. Die risikoneutralen Individuen orientieren sich ausschließlich an der erwarteten Rendite, das bestehende Wechselkursrisiko im Fall einer Anlage im Ausland wird ignoriert. In diesem Fall müssen in- und ausländische Anlagen die gleiche erwartete Rendite liefern. Formal lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt darstellen

$$1 + i_t = (1 + i_t^*) \left(1 + \frac{S_{t+1}^e - S_t}{S_t} \right).$$

Dabei steht i_t bzw. i_t^* für den Zins auf eine Anlage in Inlands- respektive in Auslandswährung. Die linke Seite der Gleichung gibt den Wachstumsfaktor einer Einheit Inlandswährung im Falle einer Anlage im Inland an. Die rechte Seite entspricht dem Wachstumsfaktor einer Einheit Inlandswährung angelegt in Auslandswährung. Legt der Investor in ausländischer Währung an, muss die heimische Währung zunächst zum Wechselkurs S_t in Auslandswährung getauscht werden. S_t entspricht hier dem Wechselkurs am Spotmarkt in Preisnotierung, d.h. dem Preis einer Einheit ausländischer Währung in Einheiten inländischer Währung. Ein Anstieg des Wechselkurses bedeutet damit eine Abwertung der heimischen Währung. Nach Ablauf des Anlagehorizonts wird der erhaltene Betrag zum dann gültigen Wechselkurs S_{t+1} wieder in heimische Währung zurückgetauscht. Da der tatsächliche Wechselkurs in $t + 1$ den Individuen im Moment der Entscheidung für eine Anlage (also in t) noch nicht bekannt ist, können sie über diesen lediglich Erwartungen (S_{t+1}^e) bilden. Die erwartete Rendite der Auslandsanlage hängt also von der erwarteten Wechselkursentwicklung ab.

In log-linearisierter Form lässt sich die Gleichung der UIP wie folgt schreiben

$$s_{t+1}^e - s_t = i_t - i_t^*, \quad (1.1)$$

mit $s_t = \log(S_t)$ und $s_{t+1}^e = \log(S_{t+1}^e)$. Zinsdifferentiale spiegeln demnach erwartete Wechselkursänderungen wider. Aufgrund der bestehenden Abwertungserwartung bieten höher verzinste Währungen allerdings keinen Renditevorteil.

Beim Test der UIP wird angenommen, dass die Akteure rationale Erwartungen bilden. Der für $t + 1$ erwartete Wechselkurs s_{t+1}^e kann daher durch den mathematisch bedingten Erwartungswert $E_t(s_{t+1})$ ersetzt werden. Für diesen gilt

$$s_{t+1} = E_t(s_{t+1}) + u_{t+1}. \quad (1.2)$$

Der mathematisch bedingte Erwartungswert unterscheidet sich damit lediglich durch den stochastischen Störterm u_{t+1} vom tatsächlichen Wert des Wechselkurses in $t+1$. Der Erwartungswert des Störterms entspricht $E_t(u_{t+1}) = 0$, darüber hinaus ist der Störterm nicht mit zum Zeitpunkt der Erwartungsbildung bekannten Informationen korreliert. Berücksichtigt man den Zusammenhang 1.2 in Gleichung 1.1, so folgt

$$\Delta s_{t+1} = i_t - i_t^* + u_{t+1}, \quad (1.3)$$

mit $\Delta s_{t+1} = s_{t+1} - s_t$.

Dies führt letztlich zur so genannten UIP-Regression, in der der Steigungsparameter β Eins betragen sollte.

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta(i_t - i_t^*) + u_{t+1}. \quad (1.4)$$

Die Größe α stellt in der Regression eine konstante Risikoprämie dar.

Alternativ dazu kann die empirische Überprüfung der Regression auch unter Zuhilfenahme der gedeckten Zinsparität erfolgen.⁵ Diese lautet

$$1 + i_t = (1 + i_t^*) \left(1 + \frac{F_t - S_t}{S_t} \right).$$

Der Investor sichert sich in diesem Fall bereits in t den Kurs für den Verkauf der ausländischen Währung in $t + 1$ und schaltet auf diese Weise das bestehende Wechselkursrisiko aus. Sofern nicht anders angegeben, bezeichnet F_t die in t erhaltene Forward-Rate (also den Terminkurs) für die Lieferung von Devisen in $t + 1$. Die approximierte Form der gedeckten Zinsparität lautet

$$f_t - s_t = i_t - i_t^*. \quad (1.5)$$

Darin gibt f_t den logarithmierten Wechselkurs am Forwardmarkt in t für die Lieferung von Devisen in $t + 1$ (also $\log(F_t)$) an.

Unter Berücksichtigung des Zusammenhangs 1.5 lässt sich die Zinsdifferenz in Gleichung 1.4 durch den Forward-Spot Spread ($f_t - s_t$) ersetzen. Damit ergibt sich

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}. \quad (1.6)$$

Der Forward-Spot Spread sollte demnach bei Gültigkeit der getroffenen Annahmen einen unverzerrten Schätzer zukünftiger Wechselkursänderungen darstellen. Der Steigungsparameter β beträgt in diesem Fall Eins.

Die Ergebnisse einer Vielzahl empirischer Überprüfungen der Regressionen 1.4 und 1.6 stehen allerdings in krassen Widerspruch zur Nullhypothese $\beta = 1$. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Zinsspread zwischen dem In- und Ausland Wechselkursveränderungen entgegen der von der ungedeckten Zinsparität unterstellten Richtung anzeigt. Mit Anlagen in höher verzinsten Währungen lassen sich demnach systematisch Gewinne realisieren. Der Zinsvorteil geht nicht durch eine spätere Abwertung der Anlagewährung verloren. Vielmehr wertet die Währung mit den höheren Zinsen systematisch auf, so dass sich über den positiven Wechselkurseffekt zusätzliche Gewinne erzielen lassen. Man spricht in diesem Fall vom so genannten UIP-Puzzle. Dieser Zusammenhang wird im Rahmen der im weiteren Verlauf der Arbeit angesprochenen Carry Trades ausgenutzt.

Entsprechend weisen auch Regressionen zukünftiger Wechselkursänderungen auf den Forward-Spot Spread systematisch negative Werte für den Steigungsparameter β auf. Währungen, für die ein positiver Forward-Spot Spread besteht (die also aus theoretischer Sicht systematisch abwerten sollten), werten in der Folge systematisch auf. Mit dem UIP-Puzzle geht damit das so genannte Forward Premium Puzzle einher.

Eine ausführliche Darstellung der hierzu erhaltenen Ergebnisse findet sich in den Surveys von Lewis (1995), Engel (1996) oder Sarno (2005).

⁵Die Gültigkeit der gedeckten Zinsparität wird in einer Vielzahl empirischer Studien bestätigt. Eine Übersicht findet sich beispielsweise in Sarno und Taylor (2003), S. 6 ff.

Jedoch schlussfolgern Flood und Rose (1996), dass negative Werte des Steigungskoeffizienten β eine Besonderheit flexibler Wechselkursregimes darstellen.⁶ In Schätzung für flexible Währungen erhalten sie für alle betrachteten Währungspaare negative und signifikant von Eins verschiedene Schätzwerte für den Steigungskoeffizienten. Werden hingegen die Währungen des Europäischen Währungssystems (EWS) herangezogen, zeigt sich ein anderes Bild. Die Schätzwerte fallen allesamt positiv aus und sind dabei signifikant von Null verschieden. Dennoch erreichen die erhaltenen Schätzergebnisse nicht den Wert Eins.

Darüber hinaus ist zu erwähnen, dass Froot und Thaler (1990) sowie Chinn und Meredith (2004) zu dem Ergebnis kommen, dass die Verzerrung in der UIP-Regression ein Phänomen kurzer Prognosehorizonte darstellt. So erhalten auch Chinn und Meredith (2004) im Fall der üblichen Prognosehorizonte von unter einem Jahr stets negative Schätzergebnisse für den Steigungsparameter der UIP-Regression. Werden hingegen Prognosehorizonte zwischen fünf und zehn Jahren betrachtet, fallen die Schätzwerte stets positiv aus und liegen darüber hinaus allesamt näher an Eins als an Null.

1.2 Traditionelle Erklärungsansätze

Der nachfolgende Abschnitt betrachtet traditionelle Erklärungen des Forward Premium Puzzles. Dabei wird das Puzzle auf zeitvariable Risikoprämien, systematische geldpolitische Reaktionen auf Schwankungen einer exogenen Risikoprämie oder auf die Heterogenität der Marktakteure und systematische Erwartungsfehler zurückgeführt.

1.2.1 Zeitvariable Risikoprämien und Fama-Zerlegung

Wie bereits in den einleitenden Bemerkungen zu diesem Kapitel erwähnt, stellt eine mögliche Erklärung des Forward Premium Puzzles auf zeitvariable Risikoprämien ab. Sind die Akteure risikoavers, lässt sich das Zinsdifferential zwischen dem In- und Ausland, bzw. der Forward-Spot Spread nicht mehr nur über die erwartete Wechselkursänderung erklären.⁷ Anders als im Rahmen der zuvor vorgestellten Spezifikation, in der die Risikoprämie α als konstant angenommen wurde, unterstellt dieser Ansatz eine zeitvariable Risikoprämie r_t . Unter Berücksichtigung der zeitvariablen Prämie folgt für die Zerlegung des Zinsspreads

$$i_t - i_t^* = E_t(\Delta s_{t+1}) + r_t. \quad (1.7)$$

Bei Gültigkeit der gedeckten Zinsparität lässt sich Gleichung 1.7 auch schreiben als⁸

$$f_t - s_t = E_t(\Delta s_{t+1}) + r_t. \quad (1.8)$$

Der Forward-Spot Spread enthält damit Informationen über zukünftig erwartete Wechselkursänderungen und über die Risikoprämie r_t . Der jeweilige Informationsgehalt des Spreads lässt sich unter Verwendung der beiden folgenden Regressionen ermitteln

$$f_t - s_{t+1} = \alpha_1 + \beta_1(f_t - s_t) + \varepsilon_{1,t+1}, \quad (1.9)$$

$$\Delta s_{t+1} = \alpha_2 + \beta_2(f_t - s_t) + \varepsilon_{2,t+1}. \quad (1.10)$$

⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Flood und Rose (1996), S. 751.

⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Sarno und Taylor (2003), S.17 f.

⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Fama (1984), S. 320.

Gleichung 1.10 zeigt den Informationsgehalt des Spreads bezüglich zukünftiger Wechselkursänderungen an.⁹ Signifikant von Null verschiedene Schätzwerte für β_2 zeigen demnach, dass der Spread Informationen über den Spotkurs in $t + 1$ beinhaltet. Da $f_t - s_{t+1}$ entsprechend Gleichung 1.8 der Risikoprämie r_t zuzüglich des Fehlers der rationalen Prognose des Wechselkurses in $t + 1$ (also $E(s_{t+1}) - s_{t+1}$) entspricht, zeigen signifikant von Null verschiedene Schätzwerte für β_1 , dass sich Schwankungen der Prämienkomponente in $f_t - s_t$ in $f_t - s_{t+1}$ niederschlagen.

Unter der Annahme, dass die in der Forward-Rate enthaltenen Erwartungen bezüglich des zukünftigen Wechselkurses am Spotmarkt rational gebildet werden, entsprechen die Wahrscheinlichkeitsgrenzwerte der Steigungsparameter der Regressionen 1.9 und 1.10

$$\begin{aligned}\text{plim } \beta_1 &= \frac{\text{Cov}(f_t - s_{t+1}, f_t - s_t)}{\text{Var}(f_t - s_t)} \\ &= \frac{\text{Var}(r_t) + \text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}{\text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}, \\ \text{plim } \beta_2 &= \frac{\text{Cov}(\Delta s_{t+1}, f_t - s_t)}{\text{Var}(f_t - s_t)} \\ &= \frac{\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + \text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}{\text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}.\end{aligned}$$

Die beiden Regressionskoeffizienten geben damit den relativen Beitrag der beiden Komponenten der Forwardprämie (also der erwarteten Wechselkursveränderung und der Risikoprämie) zur Variabilität der Forwardprämie an.¹⁰

Wie der Wahrscheinlichkeitsgrenzwert des Koeffizienten β_2 verdeutlicht, erfordern die häufig zu beobachtenden negativen Schätzwerte eine negative Kovarianz zwischen der Risikoprämie r_t und der erwarteten Wechselkursänderung ($E_t(\Delta s_{t+1})$).¹¹ Diese muss dabei betragsmäßig höher ausfallen als $\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1}))$.

Generell weicht der Steigungsparameter immer dann von seinem theoretisch unterstellten Wert von Eins ab, wenn die Risikoprämie eine von Null verschiedene Varianz aufweist. Sofern die Risikoprämie nicht mit den erwarteten Wechselkursänderungen korreliert, ist der Schätzwert des Koeffizienten in Richtung Null verzerrt. Wie sich leicht zeigen lässt, erfordert schon ein Schätzwert von $\beta_2 < 1/2$, dass die Varianz der Risikoprämie, unabhängig von der Korrelation zwischen der Risikoprämie und der erwarteten Wechselkursänderung, höher ausfällt als die Varianz der erwarteten Wechselkursänderung. Ein Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters in Höhe von $\text{plim } \beta_2 < 1/2$ erfordert

$$\frac{\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + \text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}{\text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))} < \frac{1}{2},$$

was sich wiederum umformen lässt zu

$$\begin{aligned}2\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1})) &< \text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) \\ &+ 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1})).\end{aligned}$$

⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Fama (1984), S. 320 f.

¹⁰Vgl. Sarno und Taylor (2003), S. 19.

¹¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Fama (1984), S. 327.

Hieraus folgt letztlich

$$\text{Var}(r_t) > \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})).$$

Der Ausdruck verdeutlicht, dass die Varianz der Risikoprämie für $\text{plim } \beta_2 < 1/2$ höher ausfallen muss als die Varianz der erwarteten Wechselkursänderung.

Um das Forward Premium Puzzle mit Hilfe einer Risikoprämie erklären zu können, muss diese also starken Schwankungen unterliegen. Darüber hinaus ist erforderlich, dass die Prämie systematisch besonders niedrig ausfällt, wenn die erwartete Wechselkursveränderung besonders hoch ist, d.h. wenn eine starke Abwertung der Anlagewährung erwartet wird. Da die zur Generierung eines negativen Steigungsparameters notwendigen Eigenschaften der Prämie damit dem eigentlichen Charakter von Risikoprämien widersprechen, wurde die Prämienkomponente unter Verwendung einperiodiger und mehrperiodiger Risikoprämienmodelle genauer beleuchtet.

Der Versuch die Eigenschaften der Prämienkomponente über die internationale Version des Capital Asset Pricing Modells zu erklären scheiterte dabei ebenso, wie die Erklärung über mehrperiodige dynamische allgemeine Gleichgewichtsmodelle. Das internationale Capital Asset Pricing Modell unterstellt zwei Länder mit jeweils einem Investor.¹² Die Investoren können ihr Vermögen auf in Auslands- und in Inlandswährung lautende Anlagealternativen aufteilen. Die Anlage in Auslandswährung unterliegt dabei einem Wechselkursrisiko, die inländische Alternative ist als risikolos anzusehen. Die Aufteilung auf die in- und ausländische Anlagealternative durch die Investoren erfolgt mit dem Ziel eine Nutzenfunktion zu maximieren, die positiv von der erwarteten Rendite und negativ von der Varianz der Anlage abhängt. Je risikoaverser die Investoren sind, umso stärker scheuen sie die Varianz des Portfolios. Dabei gilt es zu beachten, dass die Anlage in Auslandswährung das Portfolio nicht zwingend unsicherer macht. Vielmehr kann die Auslandsanlage als Versicherung gegen inflationsbedingte Vermögensverluste fungieren, sofern die Anlage systematisch eine hohe Rendite bietet, wenn die Inflation im Inland hoch ausfällt. Um die Eigenschaften der Risikoprämie im internationalen CAPM abbilden zu können, ist allerdings eine sehr hohe Risikoaversion der Individuen notwendig. Die Erklärung der Eigenschaften der Prämienkomponente erfordert darüber hinaus eine hohe Variabilität der in den Portfolios gewählten Assetbestandteile, was sich empirisch nicht nachweisen lässt.¹³ Aus theoretischer Sicht weist das CAPM aufgrund seines statischen Charakters erhebliche Schwächen auf, die es aus Sicht von Lewis (1995) zur Erklärung des Forward Premium Puzzles unbrauchbar machen.

Die Schwächen des statischen internationalen CAPM Modells weisen dynamische allgemeine intertemporale Gleichgewichtsmodelle nicht auf. Im Modell nach Lucas (1982) wird die Differenz zwischen dem Wechselkurs am Forward- und Spotmarkt durch die Risikoprämie bestimmt.¹⁴ Das Modell unterstellt zwei Länder mit repräsentativen Individuen sowie ein inländisches und ein ausländisches Gut. Die Individuen weisen identische Präferenzen bezüglich der Konsumgüter auf und sind jeweils mit dem heimischen Gut ausgestattet. Das Ziel der Individuen besteht darin, den Lebensnutzen über den optimalen Konsum beider Güter zu maximieren. Über die Anlage im Inland oder im Ausland können die Individuen Einkommen in die Zukunft verlagern. Die Anlage im Inland erfolgt in Heimatwährung, die Anlage im Ausland in Auslandswährung. Eine Anlage im Ausland bietet immer dann eine Versicherung gegen hohe Konsumschwankungen, wenn diese stets dann hohe Rückflüsse

¹²Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1995), S. 1924 ff.

¹³Vgl. Sarno und Taylor (2003), S. 19.

¹⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Sarno und Taylor (2003), S. 20 ff.

liefert, wenn die zukünftigen Konsumniveaus niedrig ausfallen. Die Risikoprämie der Auslandsanlage müsste demnach immer dann hoch ausfallen, wenn die Auslandsanlage eine hohe Kovarianz mit zukünftigen Konsumniveaus aufweist. Die von den Individuen geforderte Risikoprämie steigt mit dem Grad ihrer Risikoaversion. Um den Prognosefehler des Forwardkurses im Modell mit Hilfe der Risikoprämien erklären zu können, wird entweder eine übermäßig hohe Risikoaversion der Akteure oder eine hohe Korrelation zwischen dem Konsumniveau und dem Wechselkurs benötigt. Während empirische Untersuchungen des Konsums darauf hinweisen, dass dieser nur in einem sehr geringen Ausmaß schwankt, weisen Wechselkurse hingegen in flexiblen Wechselkursregimes eine hohe Volatilität auf. Die Korrelation zwischen Konsum und Wechselkursveränderungen ist eher gering. Aus diesem Grund lassen sich die erforderlichen Eigenschaften der Risikoprämie auch unter Verwendung dynamischer allgemeiner Gleichgewichtsmodelle nicht erklären.¹⁵

1.2.2 Exogene Risikoprämie und systematische geldpolitische Reaktionen

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Schlussfolgerungen zeigen, dass das Problem bei der Erklärung des Forward Premium Puzzles über zeitvariable Risikoprämien in den dazu erforderlichen Eigenschaften der Prämie besteht. Diese lassen sich weder unter Verwendung statischer noch mit Hilfe dynamischer Risikoprämienmodelle erklären.

McCallum (1994) und Anker (1999) gehen in ihren Modellen daher von einer exogenen Risikoprämie aus. Das Puzzle wird dabei auf systematische Reaktionen seitens der geldpolitischen Entscheidungsträger auf Schwankungen der exogenen Prämie zurückgeführt.

Die Überlegungen im Modell nach McCallum (1994) basieren auf der Annahme, dass die geldpolitischen Entscheidungsträger im In- und Ausland drastische Veränderungen des Wechselkurses verhindern wollen.¹⁶ Tendiert eine der Währungen dazu aufzuwerten, reagiert die Zentralbank des jeweiligen Landes auf den Aufwertungsdruck mit einem expansiveren geldpolitischen Kurs. Das dazu verwendete Instrument stellt das kurzfristige Zinsniveau dar. Im Zuge des expansiven Kurses der Geldpolitik im Inland sinkt das heimische Zinsniveau relativ zum ausländischen Zinsniveau. Darüber hinaus unterstellt das Modell für die Zentralbanken ein Zinsglättungsmotiv. Aus Sicht der inländischen Geldpolitik sollen daher starke Schwankungen des heimischen Zinsniveaus verhindert werden. Die Reaktionsfunktion der heimischen Zentralbank lässt sich damit wie folgt darstellen

$$x_t = \lambda(s_t - s_{t-1}) + \eta x_{t-1} + \zeta_t. \quad (1.11)$$

Darin steht x_t für das Zinsdifferential $i_t - i_t^*$. Die Größe ζ_t folgt einem White-Noise Prozess. Der Parameter λ gibt den Einfluss von Wechselkursschwankungen auf das Zinsdifferential an. Der Wechselkurs ist in Preisnotierung gemessen. Ein Anstieg des Wechselkurses entspricht damit einer Aufwertung der Auslandswährung. Damit gilt $\lambda > 0$. Die Geldpolitik muss in diesem Fall restriktiver werden, d.h. die Zinsen im Inland müssen steigen. Mit Hilfe von η wird der zinsglättende Charakter der Geldpolitik berücksichtigt, daher gilt $0 < \eta < 1$.

¹⁵Vgl. hierzu zum Beispiel die Ergebnisse in Hansen und Hodrick (1980), Hodrick und Srivastava (1984, 1986), Giovanni und Jorion (1987), Mark (1985), Bekaert und Hodrick (1992), Backus et al. (1993), Canova und Marrinan (1993), Bansal et al. (1995) oder Bekaert (1996).

¹⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden McCallum (1994), S. 123.

Ergänzt man Gleichung 1.11 um die ungedeckte Zinsparität mit einer zeitvariablen aber exogenen Risikoprämie, so zeigt sich, dass sich unter Verwendung des Modells ein negativer Steigungsparameter in der Fama-Regression nur dann erklären lässt, wenn die Zentralbank ihr Zinsglättungsmotiv sehr stark gewichtet (wenn also η recht hoch ausfällt).¹⁷ Der von McCallum (1994) erhaltene Schätzwert für den Steigungsparameter β in Höhe von -4 lässt sich im Modell unter Verwendung hoher Werte für das Zinsglättungsmotiv recht einfach generieren. Unter der Annahme eines stark ausgeprägten Zinsglättungsmotivs ist das Modell nach McCallum (1994) nicht nur in der Lage, negative Werte des Steigungsparameters zu erklären, vielmehr lassen sich darüber hinaus die Zeitreiheneigenschaften des Wechselkurses am Spotmarkt und des Forward-Spot Spreads abbilden. Dies unterstreicht nach Ansicht von McCallum (1994), dass systematische geldpolitische Reaktionen eine mögliche Erklärung des UIP-Puzzles darstellen.

Den Ergebnissen aus McCallum (1994) zur Folge, stellt eine hohe Gewichtung des Zinsglättungsmotivs eine notwendige Bedingung für das Auftreten des Forward Premium Puzzles dar. Anker (1999) zeigt in seiner Arbeit hingegen, dass eine Kombination aus Wechselkursstabilisierungsziel und Zinsglättungsmotiv notwendig ist um das Puzzle darzustellen. Ein Zinsglättungsmotiv allein führt demnach nicht zu einer Verzerrung im Steigungsparameter. Wird von Seiten der Zentralbank allerdings zusätzlich ein Wechselkursstabilisierungsziel verfolgt, so fällt die Verzerrung im Steigungsparameter auch hier mit zunehmender Bedeutung des Zinsglättungsmotivs höher aus.

Grundlage der Überlegungen ist das folgende theoretische Modell, welches stationäre Abweichungen von der Kaufkraftparität (1.12), die ungedeckte Zinsparität (1.13), das Geldmarktgleichgewicht (1.14) sowie die Reaktionsfunktion der geldpolitischen Institution (1.15) erfasst.¹⁸

$$s_t = p_t - p_t^* + q_t, \quad (1.12)$$

$$i_t = i_t^* + E_t(\Delta s_{t+1}) + r_t, \quad (1.13)$$

$$m_t - p_t = -a i_t, \quad \text{mit } a > 0, \quad (1.14)$$

$$m_t = \rho_m m_{t-1} + \rho_r r_t + \rho_q q_t + e_t. \quad (1.15)$$

Darin stellt s_t den logarithmierten Wechselkurs in Preisnotierung im Zeitpunkt t dar. Der heimische und der ausländische Zins werden mit i_t respektive i_t^* bezeichnet. Das logarithmierte heimische Preisniveau wird mit p_t , das ausländische mit p_t^* angegeben.¹⁹ Die Variable q_t in Gleichung 1.12 erfasst den Schock auf den realen Wechselkurs und folgt wie auch die Risikoprämie r_t in Gleichung 1.13 einem exogenen White-Noise Prozess. Gleichung 1.14 stellt die Geldnachfrage nach Cagan dar. Die logarithmierte heimische Geldmenge wird darin mit m_t bezeichnet, a gibt die Semi-Zinselastizität der Geldnachfrage an. Die Reaktionsfunktion der geldpolitischen Institution (Gleichung 1.15) zeigt, wovon die geldpolitischen Entscheidungsträger die angebotene Geldmenge abhängig machen. Neben der Geldmenge der Vorperiode m_{t-1} hängt die in t angebotene Geldmenge auch vom Schock q_t und von der Risikoprämie r_t ab. Diese Reaktionen geben das Zinsglättungs- und das Wechselkursstabilisierungsziel der geldpolitischen Institution an. Darüber hinaus enthält die Gleichung den Kontrollfehler e_t .

Unter Berücksichtigung der Gleichungen 1.12 – 1.15 ergibt sich für den Wechselkurs s_t

¹⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden McCallum (1994), S. 124.

¹⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 840 f.

¹⁹Aus Vereinfachungsgründen wird angenommen, dass der exogene ausländische Zins i_t^* sowie das ausländische Preisniveau p_t^* konstant und gleich Null sind.

folgende pseudoreduzierte Form²⁰

$$s_t = \frac{a}{1+a} E_t(s_{t+1}) + \frac{1}{1+a} (\rho_m m_{t-1} + (1 + \rho_q) q_t + (a + \rho_r) r_t + e_t). \quad (1.16)$$

Aus dieser lässt sich unter Verwendung der Methode der unbestimmten Koeffizienten nach McCallum (1983) der Wechselkurs wie folgt berechnen

$$s_t = \pi_m m_{t-1} + \pi_r r_t + \pi_q q_t + \pi_e e_t. \quad (1.17)$$

Die π -Koeffizienten in Gleichung 1.17 hängen von den von der Zentralbank gemäß ihrer Strategie gewählten ρ -Koeffizienten aus Gleichung 1.15 ab.²¹ Gleiches gilt für den Wechselkurs sowie die Zinsen im Inland. Das Ziel der Zentralbank besteht dabei darin, die folgende Verlustfunktion zu minimieren

$$L = A \text{Var}(i_t) - (1 - A) \text{Var}(s_t - E_{t-1}(s_t)), \quad \text{mit } 0 \leq A \leq 1. \quad (1.18)$$

Der Parameter A gibt dabei an, wie stark die Zentralbank das Zinsglättungsmotiv gewichtet. Mit $A = 1$ entstehen der Zentralbank lediglich durch Zinsschwankungen Verluste. Die Wechselkursvolatilität ist für sie in diesem Fall nicht relevant. Gilt hingegen $A = 0$, besteht das einzige Ziel der Zentralbank in der Vermeidung von Wechselkursschwankungen. Für alle $0 < A < 1$ verfolgt die Zentralbank eine Kombination aus Zinsglättungs- und Wechselkursstabilisierungsziel.

Entsprechend der Fama-Zerlegung lautet der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters β der UIP-Regression

$$\text{plim } \beta = \frac{\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + \text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}{\text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}.$$

Die einzelnen Bestandteile der Verlustfunktion der Zentralbank spielen darin eine entscheidende Rolle.

Unter Verwendung der sich aus den Gleichungen 1.12 – 1.15 ergebenden pseudoreduzierten Form des Wechselkurses und der Verlustfunktion in Gleichung 1.18 lassen sich die einzelnen Bestandteile berechnen, so dass für den Wahrscheinlichkeitslimes letztlich folgt

$$\text{plim } \beta = \frac{A(1+a)^2(A-1)\text{Var}(r_t) + \text{Var}(e_t)}{(1+a)^2(1-A)^2\text{Var}(r_t) + \text{Var}(e_t)}. \quad (1.19)$$

Aus Gleichung 1.19 lässt sich der Effekt der Strategie der Zentralbank auf den Steigungsparameter in der UIP-Regression ablesen. Nimmt man an, dass die Zentralbank eine reine Zinsglättungsstrategie verfolgt, so gilt $A = 1$. Der Steigungsparameter beträgt in diesem Fall stets Eins. Ein Risikoprämienschock r_t , würde laut Gleichung 1.13 ohne ein Eingreifen der Zentralbank zunächst die Differenz zwischen dem in- und ausländischen Zins erhöhen und damit eine Abwertungserwartung für die heimische Währung anzeigen.²² Greift die Zentralbank aber ein, eliminiert sie den Effekt auf den Zinsspread, so dass sich kein Effekt auf die Varianz des Regressors in der UIP-Regression ergibt. Der Schock wird lediglich auf den Regressanden wirken und auf diese Weise die Residualvarianz und die Varianz des

²⁰Vgl. Anker (1999), S. 841.

²¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 841 ff.

²²Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 844.

geschätzten Koeffizienten erhöhen. Eine signifikante Abweichung von der UIP wird sich in diesem Fall nicht ergeben.

Liegt das Hauptaugenmerk der Zentralbank allein in der Stabilisierung des Wechselkurses, so gilt $A = 0$. In diesem Fall beträgt der Wahrscheinlichkeitslimes zwar nicht Eins, er wird aber nicht negativ. Ohne ein Eingreifen der Zentralbank führt ein positiver Risikoprämienschock zu höheren Zinsen im Inland.²³ Entsprechend Gleichung 1.14 führt ein höheres Zinsniveau im Inland zu einem Rückgang der inländischen Geldnachfrage, was einen Anstieg des Preisniveaus und des Wechselkurses nach sich zieht. Besteht das Ziel der Zentralbank in der Reduzierung von Wechselkursschwankungen, wird sie auf den Schock mit einer Reduzierung der angebotenen Geldmenge reagieren. Auf diese Weise wird jegliche Wirkung des Schocks auf den Wechselkurs eliminiert.

Verfolgt die Zentralbank hingegen sowohl ein Zinsglättungs- als auch ein Wechselkursstabilisierungsziel (in diesem Fall gilt $0 < A < 1$), sind durchaus negative Werte für $\text{plim } \beta$ möglich.²⁴ Der Nenner in Gleichung 1.19 ist in diesem Fall stets positiv. Der Zähler enthält allerdings den Term $A(A - 1)$, welcher für $0 < A < 1$ stets negativ ist und für $A = 1/2$ sein Minimum erreicht. Fällt die Varianz der Risikoprämie ($\text{Var}(r_t)$) in dieser Konstellation hinreichend hoch aus, kann der Wahrscheinlichkeitslimes negativ werden. Bei gegebener Höhe der Varianzen der Schocks r_t und e_t sowie für eine gegebene Semi-Zinselastizität der Geldnachfrage (a), ist die Wahrscheinlichkeit für negative Schätzwerte für β bei einer mittleren Gewichtung des Zinsglättungsmotivs besonders hoch.

Wie der Zähler der Gleichung 1.19 verdeutlicht, ist das Verhältnis der Varianz der Risikoprämie zur Varianz des Kontrollfehlers ($\text{Var}(r_t)/\text{Var}(e_t)$) für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes von Bedeutung. Solange der Ausdruck $A(1 + a)^2(A - 1)\text{Var}(r_t)$ betragsmäßig größer ist als $\text{Var}(e_t)$, ergibt sich ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes. Darüber hinaus spielt das dem Zinsglättungsmotiv beigemessene Gewicht wie schon in McCallum (1994) eine bedeutende Rolle. Die Varianz der Risikoprämie muss nur leicht höher ausfallen als die Varianz des Kontrollfehlers, sofern das Zinsglättungsmotiv von der Zentralbank stärker gewichtet wird als das Wechselkursstabilisierungsziel (d.h. $A > 1/2$). Je höher das Gewicht des Zinsglättungsmotivs ausfällt, desto negativer der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters.

Anders als McCallum (1994), der schlussfolgert, dass allein eine hohe Gewichtung des Zinsglättungsmotivs zu negativen Schätzwerten des Steigungsparameters β führt, kommt Anker (1999) zu dem Schluss, dass der negative Schätzwert aus der Kombination eines Zinsglättungs- und Wechselkursstabilisierungsziels der Zentralbank resultiert.²⁵ Verfolgt die Zentralbank nur das Ziel die Zinsen zu glätten, ergibt sich für den Steigungsparameter im Modell ein Wahrscheinlichkeitslimes in Höhe von Eins. Verfolgt die Zentralbank allerdings darüber hinaus das Ziel, starke Wechselkursschwankungen zu vermeiden, ist ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes möglich. Das Wechselkursstabilisierungsziel der Zentralbank stellt damit nach Anker (1999) eine notwendige Bedingung für ein Auftreten des Forward Premium Puzzles dar. Wie schon in McCallum (1994) gilt allerdings auch hier, dass die Verzerrung umso höher ausfällt, je stärker die Zentralbank das Zinsglättungsmotiv gewichtet.

Chinn und Meredith (2004) erweitern den Ansatz aus McCallum (1994) indem sie unterstellen, dass die Zentralbank nicht lediglich auf Wechselkursschwankungen reagiert, sondern

²³Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 844.

²⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 846 f.

²⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Anker (1999), S. 849 f.

im Sinne der Taylor-Regel²⁶ im Rahmen ihrer Entscheidungen auch Schwankungen des Outputs und der Inflationsrate berücksichtigt. Das Modell ist in der Lage, die je nach Länge der verwendeten Prognosehorizonte erhaltenen unterschiedlichen Ergebnisse der UIP-Regression abzubilden. Werden kurze Prognosehorizonte gewählt, so ergibt sich stets ein negativer Steigungsparameter. Längere Prognosezeiträume gehen hingegen mit einem positiven Steigungsparameter einher, der näher an Eins als an Null liegt.²⁷ Die stark differierenden Ergebnisse für die kurze und lange Frist lassen sich laut Chinn und Meredith (2004) nicht über Risikoprämien oder Erwartungsfehler erklären.²⁸ Vielmehr gehen diese nach Ansicht der Autoren darauf zurück, dass kurzfristige Zinsen im Zuge der systematischen Reaktionen der geldpolitischen Institutionen auf Schwankungen des Wechselkurses, des Outputs und der Inflationsrate angepasst werden. Die Geldpolitik reagiert auf Schwankungen des Wechselkurses häufig mit einer so genannten *leaning against the wind* Strategie, was eine negative Korrelation zwischen Wechselkursen und kurzfristigen Zinssätzen zur Folge hat. Aus diesem Grund zeigen kurzfristige Zinssätze eine Veränderung in die entgegen der UIP zu erwartenden Richtung an und sind damit für Wechselkursprognosen unbrauchbar. Da längerfristige Zinsen im Rahmen dieser Strategie der Zentralbank nicht verändert werden, eignen sich diese durchaus für langfristige Wechselkursprognosen.²⁹ Allerdings werden im Modell nach Chinn und Meredith (2004) sehr hohe Wechselkursschocks benötigt, um die unterschiedlichen Steigungsparameter in der kurzen und langen Frist abbilden zu können.³⁰ Die Höhe der Schocks lässt sich über Risikoprämien allein allerdings nicht erklären. Demnach stellen systematische Reaktionen der Geldpolitik nach Chinn und Meredith (2004) nicht die einzige treibende Kraft hinter dem Forward Premium Puzzle dar.

1.2.3 Heterogene Akteure und systematische Erwartungsfehler

Die zweite Gruppe möglicher Erklärungen des Forward Premium Puzzles argumentiert mit heterogenen Akteuren und Erwartungsfehlern. Heterogenität unter den Akteuren liegt vor, wenn diese unterschiedliche Verfahren zur Wechselkursprognose nutzen. Die im Folgenden vorgestellten Arbeiten beschäftigen sich dabei insbesondere mit der Rolle so genannter Noise Trader, die ihre Wechselkursprognosen unabhängig von fundamentalen Faktoren bilden. Wie die Ergebnisse der Arbeiten von Mark (1995) oder auch von Chinn und Meese (1995) zeigen, werden kurzfristige Wechselkursänderungen in erster Linie durch Noise bestimmt. Eine Vielzahl von Untersuchungen zeigt darüber hinaus, dass Akteure für unterschiedlich lange Prognosehorizonte unterschiedliche Prognoseverfahren nutzen.³¹ Da nicht-fundamentale Prognoseverfahren am Devisenmarkt durchaus angewendet werden, stellt der Ansatz in einem Wechselkursmodell Akteure zu berücksichtigen, die ihr Handeln auf nicht-

²⁶Zur Taylor-Regel siehe Taylor (1993).

²⁷Dieses Versagen der UIP in der kurzen Frist und das deutlich bessere Abschneiden in längeren Zeiträumen deckt sich mit den Ergebnissen in Froot und Thaler (1990). Die Autoren zeigen in ihrer Arbeit, dass das UIP Puzzle eher ein Phänomen kurzer Prognosehorizonte darstellt.

²⁸Vgl. Chinn und Meredith (2004), S. 419.

²⁹Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus Mark (1995) und Chinn und Meese (1995), die zeigen, dass kurzfristige Wechselkursschwankungen vornehmlich durch Noise bestimmt werden, wohingegen die langfristige Wechselkursentwicklung eher durch fundamentale Faktoren erklärt werden kann (Vgl. Chinn und Meredith (2004), S. 426.). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen zum Beispiel auch Lothian und Taylor (1996) sowie Mark und Choi (1997). Die Arbeiten zeigen, dass langfristige Wechselkursveränderungen gut durch die Kaufkraftparität erklärt werden können.

³⁰Vgl. Sarno (2005), S. 677.

³¹Vgl. hierzu zum Beispiel die Ergebnisse in Frankel und Froot (1987, 1988, 1990, 1991), MacDonald und Torrance (1988), Chinn und Frankel (1994), Cavaglia et al. (1993) sowie Ito (1994)

fundamentale Faktoren begründen eine interessante Herangehensweise dar.³² Daher ist es von Interesse, ob die Verwendung nicht-fundamentaler Prognosemethoden eine mögliche Ursache des Forward Premium Puzzles darstellt.

Im zweiten Unterabschnitt dieses Kapitels werden Arbeiten vorgestellt, die das Puzzle eher in potentiellen Erwartungsfehlern der Akteure begründet sehen. Dabei wird zum einen unterstellt, dass die Akteure eine Veränderung eines für den Wechselkurs relevanten Prozesses erst mit der Zeit wahrnehmen und die Veränderung demnach erst mit Verzögerung in ihre Erwartungen einfließen lassen. In diesem Fall geht das Puzzle auf den Lernprozess zurück.³³ Zum anderen wird dargestellt, dass das Puzzle auch dann entstehen kann, wenn die Akteure einen potentiellen Shift in einem für den Wechselkurs entscheidenden Prozess erwarten und dieser Shift in der betrachteten Periode nicht auftritt. In diesem Fall geht die Verzerrung in den Erwartungen auf ein Peso-Problem³⁴ zurück.

1.2.3.1 Noise Trading

Untersuchungen der Erwartungsbildung zeigen, dass Akteure die zur Erwartungsbildung herangezogene Methode vom Prognosehorizont abhängig machen. Vor allem im Fall kurzfristiger Wechselkursprognosen (bis ca. einen Monat) extrapolieren die Akteure aktuelle Entwicklungen häufig in die Zukunft.³⁵ Wertet eine Währung in t ab, erwarten die Akteure demnach auch für $t+1$ eine Abwertung. Im Fall längerfristiger Prognosen (3 Monate oder länger) erwarten die Akteure hingegen, dass die Auslandswährung nach einer Abwertung wieder aufwertet. Die Tatsache, dass das Forward Premium Puzzle ein Phänomen kurzfristiger Prognosehorizonte darstellt, in Fall längerer Prognosezeiträume allerdings nicht existent ist,³⁶ macht diese Unterschiede in der Erwartungsbildung der Akteure interessant.

In einer vielbeachteten Arbeit zeigen Frankel und Froot (1991) den Effekt heterogener Akteure auf den Wechselkurs auf. Das Modell beinhaltet mit Fundamentalisten, Chartisten und Portfoliomanagern drei unterschiedliche Gruppen von Akteuren. Die drei Gruppen bilden dabei unterschiedliche Erwartungen bezüglich der Wechselkursentwicklung.³⁷ Fundamentalisten nutzen in Frankel und Froot (1991) zur Prognose der Wechselkursänderungen ein fundamentales Modell, welches das Wechselkursverhalten in Abwesenheit

³²Ausführliche Einblicke in die am Devisenmarkt verwendeten Prognosemethoden bieten unter anderem die Arbeiten von Frankel und Froot (1988), Taylor und Allen (1992), Lui und Mole (1998), Menkhoff (1998), Cheung und Wong (2000), Oberlechner (2001) oder auch von Gehrig und Menkhoff (2006).

³³Froot und Frankel (1989) zeigen in ihrer Arbeit, dass die Hypothese, die gesamte Verzerrung in der Forward Premium Regression resultiere aus der zeitvariablen Risikoprämie zu verwerfen ist. Ihre Ergebnisse deuten vielmehr darauf hin, dass ein großer Teil der Verzerrung auf systematische Erwartungsfehler der Akteure zurückzuführen ist. Anders als im Fall rationaler Erwartungen zu erwarten, sind die Prognosefehler dabei in signifikanter Weise mit vergangenen Forwardprämien korreliert. Eine mögliche Begründung dieser Korrelation besteht in irrationalem Verhalten der Akteure.

³⁴Ein Peso-Problem beschreibt ein Ereignis, dem nur eine sehr kleine Eintrittswahrscheinlichkeit beigegeben wird, das im Falle des Eintritts allerdings einen gravierenden Einfluss hat. Übertragen auf den Devisenmarkt könnte dies einer drastischen Abwertung einer Währung entsprechen, die lediglich mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit erwartet wird. Die Verwendung des Begriffs geht zurück auf das Verhalten des Mexikanischen Peso in den frühen 1970er Jahren. Die Währung wurde zu dieser Zeit mit einem Abschlag gehandelt, obwohl sie gegenüber dem US-Dollar fixiert war. Dieser Abschlag resultierte daraus, dass der Markt mit einer kleinen Wahrscheinlichkeit davon ausging, dass die Währung abgewertet wird, was letztlich erst 1976 geschah (Vgl. Sarno und Taylor (2003), S. 30.). Eine der ersten theoretischen Untersuchungen des Peso-Problems findet sich z.B. in Krasker (1980).

³⁵Vgl. Jongen et al. (2008), S. 146.

³⁶Vgl. z.B. Froot und Thaler (1990) sowie Chinn und Meredith (2004).

³⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Frankel und Froot (1991), S. 76.f

der Chartisten korrekt abbilden würde. Chartisten (genauer technische Analysten) nutzen hingegen keinerlei Informationen über Fundamentaldaten, sondern prognostizieren Wechselkursschwankungen allein auf Grundlage extrapolierender, autoregressiver Modelle. Die Gruppe der Portfoliomanager wird auf Grundlage der Prognosen der Chartisten und Fundamentalisten durch Käufe und Verkäufe am Markt aktiv. Die Erwartungen der Portfoliomanager entsprechen dem gewogenen Durchschnitt der Erwartungen der Fundamentalisten und der technischen Analysten

$$\Delta s_{t+1}^m = \omega_t \Delta s_{t+1}^f + (1 - \omega_t) \Delta s_{t+1}^c.$$

Darin stehen die Größen Δs_{t+1}^m , Δs_{t+1}^f und Δs_{t+1}^c für die Wechselkursänderungserwartungen der Portfoliomanager, der Fundamentalisten bzw. der Chartisten. Die Gewichtung (ω_t) passen die Portfoliomanager dabei in Abhängigkeit davon an, welche der Gruppen in den vergangenen Perioden die Wechselkursänderungen besser prognostiziert hat. Veränderte Erwartungen der Portfoliomanager gehen damit nicht zwangsläufig auf veränderte Erwartungen unter den Fundamentalisten und technischen Analysten zurück, sondern können auch daraus resultieren, dass die Portfoliomanager im Zuge beobachteter Wechselkursänderungen die jeweiligen Gewichte anpassen.

Weicht der Wechselkurs in dieser Konstellation von seinem fundamentalen Wert ab, werden die Portfoliomanager die Gewichtung der Prognosen der Chartisten und Fundamentalisten im Rahmen der Erwartungsbildung anpassen.³⁸ Die Anpassung erfolgt dabei unter Berücksichtigung der Qualität der aktuellen und vergangener Prognosen der Chartisten und Fundamentalisten. Auch wenn die Prognosen der Chartisten in der aktuellen Periode deutlich besser ausfallen als die Prognosen der Fundamentalisten, werden die Portfoliomanager ihre Prognosen nur langsam anpassen. Die Anpassungsgeschwindigkeit nimmt in diesem Fall immer weiter ab, je näher die Gewichte der Prognosen der Chartisten und Fundamentalisten an den Extremwerten Eins und Null liegen. Aufgrund der langsamen Anpassung der Gewichte sind die Prognosen der Portfoliomanager verzerrt, was sich auch in deren Transaktionen niederschlägt. Der gleiche Mechanismus tritt auch dann in Kraft, wenn der Wechselkurs wieder zu seinem fundamentalen Wert tendiert. In diesem Fall sind die Fundamentaldaten die treibenden Kräfte hinter der Wechselkursentwicklung und die Prognosen der Fundamentalisten fallen besser aus. Die Anpassung der Gewichte im Rahmen der Erwartungsbildung erfolgt auch in diesem Fall mit Verzögerung, so dass die Erwartungen der Portfoliomanager verzerrt ausfallen. Das zögerliche Verhalten der Portfoliomanager kann auf diese Weise nach Ansicht von Frankel und Froot (1991) durchaus dazu führen, dass der Wechselkurs von seinem fundamentalen Wert abweicht.

Mark und Wu (1998) nutzen eine auf den Devisenmarkt bezogene Version des Modells aus De Long et al. (1990),³⁹ um darzustellen, dass Noise Trader am Devisenmarkt ein Forward Premium Puzzle hervorrufen können. Das Modell betrachtet zwei Länder, in denen jeweils zwei überlappende Generationen von Akteuren mit einer Lebenserwartung von zwei Perioden leben.

Zu Beginn der ersten Lebensperiode führen die Akteure Transaktionen durch, um ihr Ver-

³⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Frankel und Froot (1991), S. 106 ff.

³⁹In einer vielbeachteten Arbeit, die nicht explizit auf den Devisenmarkt bezogen ist widmen sich De Long et al. (1990) ausführlich dem Effekt heterogener Akteure am Markt. Dabei zeigen sie, dass irrational agierende Noise Trader aufgrund ihrer destabilisierenden Auswirkungen auf den Markt höhere erwartete Rückflüsse erzielen können, als rationale Akteure. Die Unberechenbarkeit der irrationalen Akteure führt zu einer Risikokomponente in Assetpreisen, die die rationalen Akteure davon abhält gegen die Positionen der Noise Trader zu setzen (Vgl. Lewis (1995), S. 30.).

mögen zu Beginn der zweiten Periode zu maximieren.⁴⁰ Für jeden Akteur besteht im Modell eine risikolose und eine risikobehaftete Anlagealternative. Während die Anlage in Heimatwährung für den heimischen Investor eine risikolose Verzinsung in Höhe von R_t bietet, beläuft sich die Verzinsung der risikobehafteten Anlage in Auslandswährung auf R_t^* . Die Portfoliositionen der Inländer werden im Modell mit ξ_t , die Positionen der Ausländer mit ξ_t^* bezeichnet. Im Modell werden sowohl Fundamentalisten als auch Noise Trader betrachtet. Der Anteil der Fundamentalisten beläuft sich im Modell auf μ , die Noise Trader machen damit einen Anteil von $(1-\mu)$ aus. Die Netto-Portfoliositionen im In- und Ausland belaufen sich auf

$$\begin{aligned}\xi_t &= \mu \xi_t^f + (1 - \mu) \xi_t^n, \\ \xi_t^* &= \mu \xi_t^{*f} + (1 - \mu) \xi_t^{*n}.\end{aligned}$$

Sowohl im Inland (ξ_t) als auch im Ausland (ξ_t^*) stellen die Netto-Portfoliositionen damit einen gewogenen Durchschnitt der Positionen der Fundamentalisten (ξ_t^f) und der Noise Trader (ξ_t^n) dar, mit den Anteilen der jeweiligen Gruppen am Gesamtmarkt als Gewichte.

Die Noise Trader bilden im Modell verzerrte Wechselkursprognosen. In Anlehnung an die von Froot und Frankel (1989) anhand von Surveydaten erhaltenen Ergebnisse unterstellen Mark und Wu (1998) in ihrem Modell, dass die Noise Trader der Forwardprämie bei der Bildung von Wechselkurserwartungen ein übermäßig hohes Gewicht beimessen.⁴¹ Die Verzerrung beläuft sich dabei auf

$$n_t = kx_t + v_t, \quad \text{mit } k > 0.$$

Darin stellt x_t den Forward-Spot Spread dar. Die Variable v ist unabhängig und identisch normalverteilt mit $E(v_t) = 0$ und $\text{Var}(v_t) = \sigma_v^2$.

Im Gleichgewicht belaufen sich die erwarteten Rückflüsse der Fundamentalisten ($E_t^f(\Delta s_{t+1})$) und der Noise Trader ($E_t^n(\Delta s_{t+1})$) auf

$$\begin{aligned}E_t^f(\Delta s_{t+1}) &= x_t - (1 - \mu)n_t, \\ E_t^n(\Delta s_{t+1}) &= x_t + \mu n_t.\end{aligned}$$

Hier zeigt sich, dass die von den Fundamentalisten erwartete Wechselkursveränderung genau dem Forward Spot Spread entspricht, wenn keine Noise Trader am Markt aktiv sind (wenn also gilt $\mu = 1$). Da der Wechselkurs im Modell nicht mit den Preisen anderer Vermögensgegenstände korreliert ist, ist das Wechselkursrisiko in diesem Fall vollständig diversifizierbar. Eine Risikoprämie für die Investition in ausländischer Währung besteht in diesem Fall nicht. Erst durch die Anwesenheit der Noise Trader kommt es im Modell zu Wechselkursrisiken und Transaktionen am Devisenmarkt. Der Handel, die starken Wechselkursschwankungen sowie das damit verbundene Risiko der Auslandsanlagen gehen hier einzig und allein auf die Anwesenheit und das Verhalten der Noise Trader zurück.

Darüber hinaus lässt sich das Forward Premium Puzzle im Modell abbilden, wenn Noise Trader berücksichtigt werden ($\mu > 0$). Die tautologische Zerlegung des Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression liefert⁴²

$$\text{plim } \beta = \frac{\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + \text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}{\text{Var}(r_t) + \text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) + 2\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1}))}.$$

⁴⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Mark und Wu (1998), S. 1696 ff.

⁴¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Mark und Wu (1998), S. 1700 f.

⁴²Siehe hierzu die Ausführungen in Abschnitt 1.1.

Die einzelnen Bestandteile betragen im Modell nach Mark und Wu (1998)

$$\text{Cov}(r_t, E_t(\Delta s_{t+1})) = k(1 - \mu)(1 - k(1 - \mu))\sigma_x^2 - (1 - \mu)^2\sigma_v^2,$$

$$\text{Var}(r_t) = (1 - \mu)^2(k\sigma_x^2 + \sigma_v^2),$$

$$\text{Var}(E_t(\Delta s_{t+1})) = (1 - \mu)^2(k\sigma_x^2 + \sigma_v^2) + (1 - 2k(1 - \mu))\sigma_x^2.$$

Darin gibt σ_x^2 die Varianz des Forward-Spot Spreads an und $r_t = x_t - E_t(\Delta s_{t+1})$ entspricht der Risikoprämie auf die Auslandsanlage.

Insgesamt beläuft sich der Wahrscheinlichkeitslimes im Modell nach Mark und Wu (1998) damit auf

$$\text{plim } \beta = 1 - k(1 - \mu).$$

Unter der Bedingung $1 - k(1 - \mu) < 0$ ergibt sich somit ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression. Die Bedingung ist erfüllt, wenn die Verzerrung in den Erwartungen der Noise Trader, bzw. das von ihnen im Rahmen der Erwartungsbildung dem Forward-Spot Spread beigemessene Gewicht k und der Anteil der Noise Trader hinreichend groß ausfallen. Ohne die Berücksichtigung der Noise Trader ($\mu = 1$) ergibt sich im Modell kein Forward Premium Puzzle. Der Wahrscheinlichkeitslimes beträgt in diesem Fall stets Eins.

Insgesamt ist das Modell in der Lage das Forward Premium Puzzle zu erklären. Die Struktur des Modells wird darüber hinaus durch die empirischen Untersuchungen der Eigenschaften von Wechselkursprognosen aus Surveydaten unterstützt.⁴³ Damit bietet das Modell neben einer möglichen Erklärung des Puzzles auch eine Erklärung dafür, warum der Wechselkurs in der kurzen Frist häufig von seinem fundamentalen Wert abweicht, auf lange Sicht aber meist recht gut durch Fundamentaldaten zu erklären ist.⁴⁴

1.2.3.2 Lernprozesse und Peso-Problem

Eine weitere mögliche Ursache verzerrter Wechselkursprognosen besteht darin, dass stets endliche Zeitreihen betrachtet werden. Erwartungsfehler können daher daraus resultieren, dass Akteure ihre Erwartungen nur mit Verzögerung an neue Gegebenheiten anpassen (Lernprozesse). Darüber hinaus ist denkbar, dass sie im Rahmen ihrer Erwartungsbildung ein gravierendes Ereignis berücksichtigen, von dem sie glauben, dass dieses mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit eintritt. Kommt es im betrachteten Untersuchungszeitraum nun nicht zu diesem Ereignis oder tritt das Ereignis seltener auf als erwartet, erscheinen die Erwartungen verzerrt (Peso-Problem).

Karen K. Lewis (1989) führt das Forward Premium Puzzle auf Lernprozesse der Akteure zurück, die auftreten, wenn sich den Wechselkurs bestimmende Prozesse ändern. Beispiele

⁴³Mark und Wu (1998) erwähnen hier insbesondere die Arbeiten von Froot und Frankel (1989), Frankel und Chinn (1993) und Cavaglia et al. (1994). Jede der drei Arbeiten kommt unter Verwendung von Surveydaten zu dem Schluss, dass die Erwartungen der Akteure bezüglich zukünftiger Wechselkursveränderungen ein gewisses Maß an Irrationalität aufweisen. Dabei scheinen die Akteure bei der Bildung ihrer Erwartungen der Forwardprämie ein sehr hohes Gewicht beizumessen.

⁴⁴Zu erwähnen ist hierzu darüber hinaus die Arbeit von Jeanne und Rose (2002). Die Autoren zeigen, dass zwischen der Heterogenität der Akteure und der Risikoprämie am Devisenmarkt eine positive Beziehung besteht.

für solche Regime-Switches sind Veränderungen im Geldangebot oder auch Veränderungen in der fiskalpolitischen Ausrichtung. In dem von Lewis (1989) entwickelten Modell nutzen die Akteure alle ihnen zur Verfügung stehenden Informationen, so dass keine Abweichung von der Annahme rationaler Erwartungen vorliegt. Nach Ansicht von Lewis (1989) resultiert die systematisch zu beobachtende Fehleinschätzung der US Währung in den Jahren 1980–1985 demnach nicht aus der Irrationalität der Marktteilnehmer.⁴⁵ Vielmehr geht diese auf Veränderungen in der Geldnachfrage in den USA zurück, die die Akteure erst mit der Zeit bemerkt haben und die sie daher erst mit Verzögerung in ihre Erwartungen über zukünftige Wechselkursentwicklungen haben einfließen lassen.

Das hier dargestellte Beispiel geht davon aus, dass der Wechselkurs ausschließlich durch das Geldangebot bestimmt wird. Eine erwartete restriktivere Ausrichtung der Geldpolitik geht in diesem Fall mit einer erwarteten Aufwertung der heimischen Währung einher.

Die Erwartungen der Akteure bezüglich zukünftiger Wechselkurse (in Preisnotierung) entsprechen dem gewogenen Durchschnitt der erwarteten zukünftigen Wechselkurse unter Gültigkeit des alten (O) und des neuen Regimes (N)

$$E_t(s_{t+1}) = (1 - \varrho_t)E_t(s_{t+1}|N) + \varrho_tE_t(s_{t+1}|O).$$

Dabei entspricht ϱ_t der Wahrscheinlichkeit, die die Akteure der Gültigkeit des alten Regimes beimessen.

Kommt es nun zu einer restriktiveren Ausrichtung der Geldpolitik, so sollte die heimische Währung aufwerten.⁴⁶ Es gilt also

$$E_t(s_{t+1}|O) > E_t(s_{t+1}|N).$$

In Abhängigkeit davon, wie hoch die Akteure die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels in der geldpolitischen Ausrichtung einschätzen, d.h. in Abhängigkeit davon wie hoch $(1 - \varrho_t)$ ausfällt, kommt es zu Abweichungen zwischen den Wechselkursprognosen und dem tatsächlichen zukünftigen Wechselkurs. Messen die Akteure der Gültigkeit des alten Regimes eine hohe Wahrscheinlichkeit bei (hohes ϱ_t) und liegt tatsächlich ein neues, restriktiveres Regime vor, werden sie systematisch eine zu schwache heimische Währung erwarten.

Wenn ein Switch in der geldpolitischen Ausrichtung stattgefunden hat, ist dies im Zeitpunkt $\tau < t$ geschehen. Dieser Zeitpunkt für einen potentiellen Switch ist den Akteuren bekannt.⁴⁷ Realisieren die Akteure in diesem Fall, dass ihre Wechselkursprognosen verzerrt sind, passen sie die der Gültigkeit des alten Regimes beigemessene Wahrscheinlichkeit ϱ_t im Modell in jeder Periode entsprechend ihrer Beobachtungen im Sinne des Bayes'schen Gesetzes an.

Hat nun in τ tatsächlich ein Switch stattgefunden, werden die Akteure der Gültigkeit des neuen Regimes mit der Zeit eine immer höhere Wahrscheinlichkeit beimessen.⁴⁸ Mit zunehmender Anzahl an Beobachtungen wird die der Gültigkeit des ursprünglichen Regimes beigemessene Wahrscheinlichkeit immer kleiner, so dass gilt $\lim_{t \rightarrow \infty} \varrho_t = 0$.

Mit zunehmender Anzahl an Beobachtungen lernen die Akteure also, dass ein neues Regime vorliegt. Für die von den Akteuren begangenen Prognosefehler bedeutet dies, dass sie mit

⁴⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1989), S. 621 f.

⁴⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1995), S. 1943 ff.

⁴⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1995), S. 1943 f.

⁴⁸Da das Lernen der Akteure über einen gewissen Zeitraum läuft und sie ihre Erwartungen nicht mit Auftreten des Switches perfekt anpassen, sind die Prognosefehler korreliert.

zunehmendem Zeithorizont immer kleiner werden. Solange der Markt einem Vorliegen des alten Regimes aber noch eine gewisse Wahrscheinlichkeit beimisst (d.h. solange gilt $\varrho_t \neq 0$), bleiben die Prognosen des Marktes verzerrt.

Lewis (1989) zeigt in ihrem Modell, dass es für die Geschwindigkeit der Lernprozesse entscheidend ist, ob die Akteure die genaue Ausprägung eines potentiellen neuen Regimes kennen oder nicht. Ist ihnen die potentielle neue geldpolitische Ausrichtung bereits bekannt, so konvergiert die dem alten Prozess beigemessene Wahrscheinlichkeit ϱ_t im Fall eines tatsächlichen Switches in τ verhältnismäßig schnell gegen Null. Kennen die Akteure die Ausprägung eines potentiellen neuen Regimes hingegen nicht, müssen sie aus ihren Beobachtungen zusätzlich die neue geldpolitische Ausrichtung ableiten. In diesem Fall läuft der Lernprozess deutlich langsamer ab und die Prognosen bleiben über einen längeren Zeitraum verzerrt.

Die von Lewis (1989) erhaltenen Ergebnisse weisen darauf hin, dass Lernprozesse durchaus einen Teil des Prognosefehlers am Forwardmarkt erklären können.⁴⁹ Um einen Prognosefehler abbilden zu können, wird im Modell allerdings zwingend ein Switch in einem den Wechselkurs bestimmenden Prozess benötigt. Während das Forward Premium Puzzle ein systematisches Phänomen darstellt, treten Switches in den den Wechselkurs bestimmenden Prozessen (also zum Beispiel Änderungen der geldpolitischen Ausrichtung) nur von Zeit zu Zeit auf. Daher kommt Lewis (1989) zu dem Schluss, dass das Forward Premium Puzzle nicht allein auf Lernprozesse der Akteure zurückzuführen ist.

Eine Weiterentwicklung der in Lewis (1989, 1995) entwickelten Lernproblematik findet sich in Chakraborty und Evans (2008). Anders als Lewis (1989, 1995) unterstellen die Autoren hier allerdings nicht, dass sich die Akteure stets rational verhalten. Vielmehr wird hier unterstellt, dass Akteure systematische Erwartungsfehler begehen.⁵⁰ Sofern die Akteure nicht perfekt rationale Erwartungen bilden, ist es möglich, dass ihre Prognosefehler mit den Informationen der vergangenen Periode korrelieren, was letztlich im Forward Premium Puzzle resultiert.⁵¹ Im Modell wird dabei unterstellt, dass den Akteuren der wahre Zusammenhang zwischen den Fundamentaldaten und dem Wechselkurs nicht bekannt ist.⁵² Über diesen Zusammenhang bilden die Akteure Schätzungen, die sie unter Verwendung der Methode der constant gain least squares entsprechend ihrer Beobachtungen anpassen.⁵³ Die Methode unterstellt fortwährendes Lernen der Akteure. Strukturelle Veränderungen werden berücksichtigt, indem aktuelle Daten im Zuge der Schätzung stärker gewichtet werden als Daten aus weiter zurückliegenden Perioden.⁵⁴ Die Schätzwerte schwanken daher stets um den wahren Zusammenhang zwischen dem Wechselkurs und den Fundamentaldaten. Den wahren Zusammenhang leiten die Akteure allerdings nie vollständig ab. Die Abweichung von der Annahme rationaler Erwartungen fällt dabei umso höher aus, je mehr die Akteure im Rahmen der Erwartungsbildung auf Vergangenheitsdaten zurückgreifen. Messen die Akteure den Informationen aus der Vergangenheit nur ein sehr geringes Gewicht

⁴⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1989), S. 635.

⁵⁰Die Annahme, dass Akteure systematisch Erwartungsfehler begehen, wird von einer Vielzahl empirischer Untersuchungen der Erwartungsbildung unterstützt. Ein Überblick über die Ergebnisse dieser Arbeiten folgt in Kapitel 1.2.4. Darüber hinaus findet sich in Takagi (1991) eine Zusammenfassung.

⁵¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Chakraborty und Evans (2008), S. 479.

⁵²Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Meese und Rogoff (1983), die zeigen, dass der Wechselkurs am besten durch einen Random Walk prognostiziert wird, ist für die Autoren der Fall von besonderem Interesse, in dem der Wechselkurs einem Random Walk folgt.

⁵³Zur Methode der constant gain least squares siehe zum Beispiel auch die Arbeiten von Sargent (1999), Bischi und Marimon (2001), Kasa (2004) und Orphanides und Williams (2005).

⁵⁴Vgl. Chakraborty und Evans (2008), S. 481.

bei, stellt dies lediglich eine kleine Abweichung von der Annahme rationaler Erwartungen dar. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass schon kleinste Abweichungen von der Annahme rationaler Erwartungen ausreichen, um im Modell ein Forward Premium Puzzle zu erzeugen. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Verzerrung im Steigungsparameter im Fall kurzer Prognosezeiträume stärker ausfällt als im Fall längerer Zeiträume. Ein Ergebnis, das sich durchaus mit der Beobachtung aus Froot und Thaler (1990) sowie Chinn und Meredith (2004) in Einklang bringen lässt, dass das Forward Premium Puzzle ein Phänomen kurzer Prognosehorizonte darstellt.

Anders als in den Arbeiten von Lewis (1989) und Lewis (1995), in denen Lernprozesse auftreten, sofern sich ein den Wechselkurs bestimmender Prozess ändert, betrachten Gourinchas und Tornell (2004) die Auswirkungen von Konfusionen bezüglich der Dauerhaftigkeit von Zinsänderungen. Tritt eine dauerhafte Zinsänderung auf und interpretieren die Akteure diese fälschlicherweise als transitorischen Schock, werden sie den Effekt der Zinsänderung unterschätzen. Dies resultiert in verzerrten Prognosen zukünftiger Wechselkursentwicklungen. Dabei lernen die Akteure erst mit der Zeit, dass es sich bei der Zinsänderung um eine permanente Änderung handelt, so dass die Prognosen so lange verzerrt bleiben, bis die Änderung schließlich als dauerhaft eingestuft wird.

Der Versuch die Anomalie in der UIP-Regression mit Hilfe von Peso-Problemen zu erklären, stellt eine Erweiterung der Lernproblematik dar. Die Akteure messen dabei einem Wechsel vom alten Regime O hin zum neuen Regime N die Wahrscheinlichkeit w_t bei.⁵⁵ Der für $t + 1$ erwartete Wechselkurs entspricht dem gewogenen Durchschnitt der in Abhängigkeit vom Marktzustand erwarteten Wechselkurse

$$E_t(s_{t+1}) = (1 - w_t)E_t(s_{t+1}|O) + w_tE_t(s_{t+1}|N).$$

Der Unterschied zur Lernproblematik besteht darin, dass im Falle des Peso-Problems mögliche zukünftige Änderungen des Marktzustands berücksichtigt werden. Die Lernproblematik unterstellt hingegen, dass die Veränderung bereits aufgetreten ist und die Akteure den neuen Zustand erst mit der Zeit aus ihren Beobachtungen ableiten.

Sofern der Wechsel im Marktzustand nicht auftritt, wird der Wechselkurs am Spotmarkt durch das Regime O bestimmt. Der Erwartungsfehler beläuft sich in diesem Fall auf

$$s_{t+1}^O - E_t(s_{t+1}) = s_{t+1}^O - E_t(s_{t+1}|O) + w_t(E_t(s_{t+1}|O) - E_t(s_{t+1}|N)).$$

Die Größe s_{t+1}^O gibt darin den tatsächlich vorliegenden Wechselkurs an, wenn das Regime O vorliegt. Da die Akteure einem möglichen Wechsel in jeder Periode eine bestimmte Wahrscheinlichkeit beimessen, ergibt sich auch in jeder Periode ein Prognosefehler.

Aus diesem Grund besteht auch dann ein Prognosefehler, wenn ein Wechsel im Regime auftritt

$$s_{t+1}^N - E_t(s_{t+1}) = s_{t+1}^N - E_t(s_{t+1}|N) - (1 - w_t)(E_t(s_{t+1}|O) - E_t(s_{t+1}|N)).$$

Lernen die Akteure aber im Fall eines tatsächlichen Regimewechsels in τ im Anschluss daran sofort, dass der Wechsel stattgefunden hat (wird zum Beispiel eine neue Regierung gewählt, oder wird eine Währung, wie im Fall des Mexikanischen Peso tatsächlich abgewertet), wird die Verzerrung ab $\tau + 1$ nicht mehr vorhanden sein.⁵⁶ Lewis (1988) zeigt

⁵⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Lewis (1995), S. 1947 ff.

⁵⁶Vgl. Sarno und Taylor (2003), S. 31.

allerdings, dass durchaus Konstellationen denkbar sind, unter denen der Effekt des Peso-Problems auch nach einem tatsächlichen Regime-Switch bestehen bleibt. Sind die Akteure im Anschluss an einen Regime-Switch nicht sofort sicher, dass dieser stattgefunden hat, wird es solange zu Verzerrungen kommen, bis die Akteure vollkommen sicher sind, dass tatsächlich ein Regimewechsel stattgefunden hat. In diesem Fall folgt auf die Verzerrung aufgrund des Peso-Problems eine Verzerrung in der Form, wie sie aus dem Ansatz des Lernens der Akteure bekannt ist.

Die Idee, dass Peso-Probleme zu verzerrten Wechselkursprognosen führen, wird empirisch durchaus unterstützt. So lieferten in US-Dollar denominierte Anlagen in den frühen 1980er Jahren im Vergleich zu gleichartigen Anlagen in anderen Währungen Renditen, die zwischen 12 und 18%-Punkten höher ausfielen, was sich über Zinsdifferenzen nicht erklären lässt. Borensztein (1987) zeigt, dass der Renditeanstieg durchaus auf ein Peso-Problem zurückgehen könnte.⁵⁷

In Erweiterung der Annahmen in Engel und Hamilton (1990) unterstellt Kaminsky (1993) dass die Akteure bei der Bildung ihrer Wechselkursprognosen nicht nur vergangene Wechselkurse, sondern darüber hinaus auch offizielle Ankündigungen der Federal Reserve bezüglich der zukünftigen Ausrichtungen der Geldpolitik nutzen.⁵⁸ Obwohl die Akteure ihre Prognosen zukünftiger Wechselkurse von den Ankündigungen der Fed abhängig machen, und damit rational handeln, kann es dennoch zu Verzerrungen in den Prognosen kommen. Diese treten immer dann auf, wenn die Akteure die Ankündigungen der Fed bezüglich einer veränderten Ausrichtung der Geldpolitik im Rahmen ihrer Wechselkursprognosen berücksichtigen und die Fed ihre Strategie entgegen ihrer Ankündigung nicht ändert.⁵⁹ Insgesamt zeigen die von Kaminsky (1993) erhaltenen Ergebnisse, dass Ankündigungen der Fed, die erst mit erheblicher Verzögerung oder gar nicht durchgeführt werden, in verzerrten Erwartungen resultieren können. Dies unterstützt die Hypothese, dass Peso-Probleme zu verzerrten Wechselkursprognosen führen.⁶⁰

Evans und Lewis (1995) testen in ihrer Arbeit ebenfalls inwieweit ein mögliches Peso-Problem helfen kann das UIP Puzzle zu erklären.⁶¹ Ihren Ergebnissen zufolge lässt sich mit Hilfe eines aus antizipierten zukünftigen Switches des Wechselkursregimes resultierenden Peso-Problems neben dem permanenten Schock auf die Risikoprämie auch ein Teil der Varianz der Risikoprämie erklären. Sowohl Bekaert und Hodrick (1993) als auch Evans und Lewis (1995) und Bates (1996) kommen allerdings zu dem Schluss, dass das Peso-Problem allein als Erklärung der Verzerrung in der UIP-Regression nicht ausreicht.

Insgesamt lassen sich die Ergebnisse so zusammenfassen, dass sich sowohl durch Lernprozesse als auch durch ein Peso-Problem ein Teil der Verzerrung in der UIP-Regression erklären lässt. Als alleinige Erklärung reichen beide Ansätze allerdings nicht aus.⁶² Über die

⁵⁷Borensztein (1987) testet darüber hinaus, ob sich die hohen Renditen durch spekulative Blasen erklären lassen und erhält auch hier ein positives Ergebnis. Obwohl ein mögliches Peso-Problem und spekulative Blasen den Wechselkurs in ähnlicher Weise beeinflussen, muss berücksichtigt werden, dass zwei vollkommen unterschiedliche Dinge betrachtet werden. Während spekulative Blasen zu Abweichungen vom fundamentalen Wert führen, geht das Peso-Problem auf erwartete Veränderungen in den Fundamentals zurück (Vgl. Sarno und Taylor (2003), S. 31.).

⁵⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Kaminsky (1993), S. 456 f.

⁵⁹Diese Situation ist zum Beispiel dann möglich, wenn die Fed mit der Ankündigung einer veränderten Geldpolitik lediglich das Ziel verfolgt die Erwartungen der Akteure zu beeinflussen. Denkbar wäre auch, dass die Fed den Wechsel ihrer Strategie wie angekündigt vollzieht, dass der gewünschte Effekt aber von anderen Effekten überlagert wird.

⁶⁰Vgl. Kaminsky (1993), S. 465.

⁶¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lewis (1995), S. 731 ff.

⁶²Vgl. hierzu und zum Folgenden Sarno und Taylor (2003), S. 32.

Lernprozesse lässt sich das Puzzle nur im Anschluss an Switches in den den Wechselkurs bestimmenden Prozessen abbilden. Diese Switches treten in der Realität allerdings nur selten auf, das Puzzle ist hingegen systematisch zu beobachten. Eine vollständige Erklärung des Puzzles über das Peso-Problem scheitert, da das Peso-Problem eine Besonderheit endlicher Prognosehorizonte darstellt. Die mit einer sehr kleinen Wahrscheinlichkeit auftretenden Ereignisse mit gravierendem Einfluss auf den Wechselkurs sind in endlichen Zeitreihen stets unterrepräsentiert. Prognosen, die das Extremereignis berücksichtigen, fallen in endlichen Prognosezeiträumen daher stets verzerrt aus. In unendlichen Prognosehorizonten kann ein mögliches Peso-Problem das Puzzle hingegen nicht erklären, da das gravierende Ereignis in diesem Fall entsprechend der Eintrittswahrscheinlichkeit auftritt und die Prognosen somit nicht verzerrt sind.

1.2.4 Abweichungen von rationalen Erwartungen

Ein Problem der empirischen Überprüfung des Forward Premium Puzzles besteht darin, dass stets verbundene Hypothesen über das Ausmaß der Risikoaversion und die Art der Erwartungsbildung der Akteure getestet werden.⁶³ Bei Tests der einen Seite der verbundenen Hypothese wird stets unterstellt, dass die andere Hypothese gilt. Der Test auf eine Risikoprämie unterstellt beispielsweise stets rationale Erwartungen.⁶⁴ Wird hingegen angenommen, dass die Akteure risikoneutral sind, werden Verzerrungen in der UIP-Regression auf Irrationalitäten der Akteure zurückgeführt. Die Verfügbarkeit von Surveydaten bezüglich der Wechselkurserwartungen ermöglicht es, die Hypothesen einzeln zu testen. Sofern Daten zur Wechselkurserwartung verfügbar sind, ist es nicht mehr notwendig Annahmen bezüglich der Erwartungsbildung zu treffen. Wichtige Ergebnisse liefern hierzu die Arbeiten von Frankel und Froot (1987) und Froot und Frankel (1989).⁶⁵ Den Ausgangspunkt der Untersuchung in Froot und Frankel (1989) bildet die folgende Regression der Wechselkursveränderung auf den Forward-Spot Spread⁶⁶

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta(f_t - s_t) + \eta_{t+1}. \quad (1.20)$$

Unter Gültigkeit der Hypothese risikoneutraler Akteure, sollte auf einem effizienten Markt $\alpha = 0$ und $\beta = 1$ gelten. Bei η_{t+1} handelt es sich um einen stochastischen Störterm.

Auf Grundlage von Surveydaten versuchen Froot und Frankel (1989) die in empirischen Untersuchungen zu beobachtende Abweichung des Steigungsparameters von Eins auf systematische Erwartungsfehler der Akteure und auf eine potentielle Risikoprämie zurückzuführen.⁶⁷ Im Sinne der Fama-Zerlegung lässt sich der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der Gleichung 1.20 schreiben als

$$\text{plim } \beta = \frac{\text{Cov}(\eta_{t+1}, f_t - s_t) + \text{Cov}(\Delta s_{t+1}^e, f_t - s_t)}{\text{Var}(f_t - s_t)}.$$

Darin steht η_{t+1} für den Erwartungsfehler und Δs_{t+1}^e für die Erwartungen der Akteure. Anders als in der Untersuchung in Fama (1984) wird hier nicht unterstellt, dass die Akteure rationale Erwartungen bilden. Daher werden die Erwartungen hier nicht in Form des

⁶³Vgl. Takagi (1991), S. 157.

⁶⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Sarno und Taylor (2003), S. 32.

⁶⁵Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich beispielsweise in Takagi (1991).

⁶⁶Die Gleichung ist analog zu Gleichung 1.6.

⁶⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Frankel (1989), S. 144 f.

mathematischen bedingten Erwartungswertes (also durch $E(\Delta s_{t+1})$) dargestellt. Vielmehr besteht hier die Möglichkeit, dass die Akteure systematische Erwartungsfehler begehen. Unter Verwendung dieser Form des Steigungsparameters lässt sich die Abweichung vom theoretischen Wert $\beta = 1$ auf beide hier beachteten möglichen Erklärungen, also auf systematische Erwartungsfehler oder auf eine Risikoprämie zurückführen. Sofern das Puzzle auf die Erwartungsfehler der Akteure zurückgeht, muss die Kovarianz zwischen dem Erwartungsfehler und dem Forward-Spot Spread negativ ausfallen und darüber hinaus betragsmäßig größer sein als die Kovarianz zwischen den Erwartungen der Akteure und dem Forward-Spot Spread. Resultiert das Puzzle hingegen aus einer Risikoprämie, wird die Kovarianz zwischen den Erwartungen und dem Forward-Spot Spread negativ ausfallen und betragsmäßig größer sein als $\text{Cov}(\eta_{t+1}, f_t - s_t)$.

Unter Berücksichtigung der tautologischen Zerlegung des Forward-Spot Spreads entsprechend Gleichung 1.8, mit Δs_{t+1}^e anstelle von $E(\Delta s_{t+1})$

$$r_t = f_t - s_t - \Delta s_{t+1}^e$$

lässt sich der Steigungsparameter β auch als Differenz aus seinem theoretisch unterstellten Wert von Eins und einem aus Erwartungsfehlern der Akteure (β_e) sowie einem aus einer Risikoprämie resultierenden Term (β_r) schreiben

$$\beta = 1 - \beta_e - \beta_r.$$

Dabei gilt

$$\beta_e = \frac{-\text{Cov}(\eta_{t+1}, f_t - s_t)}{\text{Var}(f_t - s_t)} \quad \text{und} \quad \beta_r = \frac{\text{Var}(r_t) + \text{Cov}(\Delta s_{t+1}^e, r_t)}{\text{Var}(f_t - s_t)}.$$

Unter Verwendung von Surveydaten sind sowohl β_e als auch β_r beobachtbar. Gilt $\beta_e = 0$, treten keine systematischen Erwartungsfehler auf Seiten der Akteure auf. $\beta_r = 0$ bedeutet, dass keine Risikoprämie vorliegt.

Die empirische Überprüfung der beiden Koeffizienten zeigt, dass ein Großteil der zu beobachtenden Verzerrung in der UIP Regression auf Erwartungsfehler der Akteure zurückzuführen ist. So fällt der Koeffizient β_e in den meisten Fällen deutlich höher aus als β_r . Daher schließen Froot und Frankel (1989), dass die Risikoprämie für das Forward Premium Puzzle lediglich eine untergeordnete Rolle spielt.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Erwartungsbildung kommen Dominguez (1986), MacDonald und Torrance (1988) und Ito (1990). Auch die Ergebnisse dieser Arbeiten deuten auf systematische Erwartungsfehler der Akteure hin.

1.3 Neuere Erklärungsansätze

Das Forward Premium Puzzle lässt sich entsprechend der Ergebnisse der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Untersuchungen nicht auf Risikoprämien zurückführen. Im Fall der zeitvariablen Risikoprämien erwiesen sich die erforderlichen Eigenschaften der Prämie (negative Korrelation mit der erwarteten Wechselkursveränderung sowie hohe Varianz) als problematisch. Diese ließen sich weder über statische Assetpricing- noch über dynamische allgemeine Gleichgewichtsmodelle erklären.

Eine weitere Möglichkeit wurde darin gesehen Risikoprämien als exogen anzunehmen und die Verzerrung des Regressionskoeffizienten über systematische geldpolitische Reaktionen auf Schwankungen der exogenen Prämie zu erklären. Auf diese Weise ließ sich zwar ein Teil des Puzzles darstellen, insgesamt sind in diesem Kontext allerdings sehr hohe Schocks notwendig um die Höhe der Verzerrung abbilden zu können.

Die zweite Gruppe möglicher Erklärungen baut auf heterogenen Akteuren und potentiellen Erwartungsfehlern auf. Unter Berücksichtigung von Noise Tradern gelingt es zu erklären, warum das Puzzle eher ein Phänomen der kurzen Frist ist und unter Berücksichtigung längerer Zeiträume verschwindet. Über Lernprozesse der Akteure lässt sich, wie auch über ein mögliches Peso-Problem, ein Teil der Verzerrung abbilden. Da es sich in beiden Fällen um Small-Sample Probleme handelt, das Puzzle allerdings systematisch auftritt, ist über diese Ansätze keine Erklärung des gesamten Puzzles möglich.

Insgesamt lässt sich unter Verwendung dieser eher traditionellen Erklärungsansätze zwar stets ein Teil des Puzzles erklären, die Modelle sind aber nicht in der Lage das gesamte Ausmaß abzubilden.

Da das Forward Premium Puzzle systematisch auftritt und damit systematisch Überschussrenditen verspricht, stellt sich die Frage, weshalb dies am Markt nicht in viel stärkerem Ausmaß durch Spekulation ausgenutzt wird.⁶⁸ Eine mögliche Erklärung liefern Bacchetta und van Wincoop (2010), die zeigen, dass die am Markt verlangten Gebühren für Portfolioanpassungen mögliche Gewinne übersteigen. Für die Akteure ist es aufgrund der Kosten und des hohen Risikos nicht rational ihre Portfolios ständig an neue Gegebenheiten anzupassen. Die Positionen werden daher erst dann angepasst, wenn alte Geschäfte auslaufen. Dies führt zu einem so genannten Delayed Overshooting, worin die Autoren eine mögliche Erklärung des Puzzles sehen.⁶⁹ Die erzielbaren Renditen sind ihrer Ansicht nach zwar statistisch signifikant, ökonomisch aber nicht relevant.

Die Annahme, dass der Handel am Devisenmarkt keine ökonomisch relevanten Rückflüsse verspricht, wird durch die Ergebnisse in Burnside et al. (2010) relativiert. Die Autoren zeigen hier, dass Investitionen in Devisenportfolios mit Carry Trades in verschiedenen Währungen höhere Sharpe-Ratios liefern als Investitionen am Aktienmarkt.⁷⁰ Im Rahmen von Carry Trades geht es darum Zinsdifferenzen zwischen Ländern auszunutzen. Dabei werden Mittel in niedrig verzinsten Währungen aufgenommen und in höher verzinsten Währungen investiert. Die Strategie ist damit nur dann profitabel, wenn die UIP nicht gilt. Andernfalls würden die erzielten Zinsgewinne durch die resultierende Abwertung der Hochzinswährung zunichtegemacht. Brunnermeier et al. (2009) gehen in ihrer Arbeit bezüglich der Bedeutung von Carry Trades noch einen Schritt weiter. Sie zeigen darin, dass Carry Trades nicht nur vom Versagen der UIP profitieren, sondern dass sich unter der Annahme von Budgetbeschränkungen und dem daraus resultierenden Delayed Overshooting ein Teil des Puzzles auf diese Anlagestrategie zurückführen lässt. Bestehen für die Akteure Budgetgrenzen, werden sie, wie auch in Bacchetta und van Wincoop (2010), nur zögerlich auf positive Veränderungen der Zinsdifferenz reagieren können, was zu einer längeren Aufwertung der Hochzinswährung führt.

⁶⁸Vgl. Engel (1996), S. 148.

⁶⁹Die Bezeichnung Delayed Overshooting beschreibt dabei den Umstand, dass eine Aufwertung der Inlandswährung im Zuge eines Anstiegs des inländischen Zinsniveaus länger Bestand hat, als es im Sinne des Overshootings nach Dornbusch (1976) zu erwarten wäre. Zum Delayed Overshooting siehe auch Eichenbaum und Evans (1995).

⁷⁰Vgl. Burnside et al. (2010), S. 16.

1.3.1 Seltene Portfolioanpassungen

Die Tatsache, dass das systematisch zu beobachtende Forward Premium Puzzle am Devisenmarkt nur in recht geringem Umfang ausgenutzt wird, führen Bacchetta und van Wincoop (2010) darauf zurück, dass Portfolios am Devisenmarkt aufgrund bestehender Transaktionskosten nur sehr selten angepasst werden. Diese Kosten und das daraus resultierende zögerliche Verhalten der Akteure stellen über das dadurch ausgelöste Delayed Overshooting nach Ansicht der Autoren eine mögliche Erklärung des Forward Premium Puzzles dar.

In Theorien über das Verhalten von Akteuren auf internationalen Finanzmärkten wird meist unterstellt, dass Akteure ihre Positionen stets an aktuelle Gegebenheiten anpassen.⁷¹ Untersuchungen des Investment Company Institute (2002) belegen hingegen, dass 60% der Aktien haltenden Investoren aus den Vereinigten Staaten im Jahr 2001 keine Transaktionen durchgeführt haben. Rund 85% der befragten Investoren geben dabei an eine Buy and Hold Strategie zu verfolgen. Befragungen dieser Art stehen für den Devisenmarkt nicht zur Verfügung. Aufgrund der Ähnlichkeit des Handels auf dem Devisenmarkt und dem Aktienmarkt gehen Bacchetta und van Wincoop (2006a) allerdings davon aus, dass sich dieses Verhalten auch auf Devisenhändler übertragen lässt. Laut Bacchetta und van Wincoop (2006a) macht der Anteil aktiver Währungsspekulationen lediglich 0,3% der weltweit gehaltenen Auslandsanlagen aus.

Die möglichen Auswirkungen seltener Anpassungen des Portfolios werden von Bacchetta und van Wincoop (2010) im Rahmen eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells untersucht. Die Akteure können ihr Portfolio darin entweder aktiv managen, was mit Kosten verbunden ist, oder aber eingegangene Positionen nicht laufend an neue Gegebenheiten anpassen.⁷² Die Akteure sehen sich demnach einem Trade-Off aus einem höheren erwarteten Rückfluss unter aktivem Portfoliomanagement und den aus den Portfolioanpassungen entstehenden Kosten gegenüber. Die Untersuchungen in Bacchetta und van Wincoop (2010) zeigen, dass die am Devisenmarkt von Portfoliomanagern verlangten Gebühren die möglichen Gewinne deutlich überkompensieren, so dass es aus Sicht der Akteure rational ist, ihre Portfolios nicht aktiv zu managen.

Anhand des in Bacchetta und van Wincoop (2010) entwickelten allgemeinen Gleichgewichtsmodells lassen sich zwei Besonderheiten des Forward Premium Puzzles erklären.⁷³ Zum einen stellt das zögerliche Verhalten der Akteure einen möglichen Grund für das negative Vorzeichen des Steigungskoeffizienten in der Forward Premium Regression dar. Die dahinterstehende Intuition geht auf Froot und Thaler (1990) sowie auf Lyons (2001) zurück. Die Auswirkung der zögerlichen Portfolioanpassung lässt sich durch ein einfaches Beispiel vergegenwärtigen. Annahmegemäß passen Investoren ihre Portfolios aufgrund der hohen Transaktionskosten nur dann an, wenn die Laufzeiten der einzelnen Bestandteile der Portfolios enden. Steigt nun beispielsweise in t die Verzinsung der Auslandswährung, wird die Anlage in ausländische Bonds attraktiver. Investoren, deren Portfolios in t neu zusammengestellt werden sollen, werden daher mehr ausländische Bonds nachfragen. Die erhöhte Nachfrage nach ausländischen Bonds lässt die Auslandswährung aufwerten. In $t + 1$ laufen nun erneut die Geschäfte einiger Akteure aus, die daraufhin neu über die Zusammenstellung ihrer Portfolios entscheiden müssen. Auch sie fragen aufgrund der höheren Verzinsung mehr ausländische Bonds nach, was die Auslandswährung weiter aufwerten lässt. Die Käu-

⁷¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 871 f.

⁷²Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 881 f.

⁷³Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 872.

fe ausländischer Bonds und die damit einhergehende Aufwertung der Auslandswährung haben solange Bestand, bis die Zinsdifferenz wieder ausgeglichen ist oder bis die Akteure realisieren, dass aufgrund der fundamentalen Zusammenhänge in naher Zukunft mit einer Abwertung der Auslandswährung zu rechnen ist.⁷⁴

Zum anderen sehen Bacchetta und van Wincoop (2010) in den bestehenden Kosten, die nicht durch mögliche Gewinne aus den Anpassungen des Portfolios ausgeglichen werden, einen Grund dafür, dass die Prognostizierbarkeit von Überschussrenditen nicht in stärkerem Maße ausgenutzt wird. Standardmäßig wurde dies auf zeitvariable Risikoprämien zurückgeführt. Wie die weiter oben bereits angesprochenen Untersuchungen belegen, lassen sich die erforderlichen Eigenschaften der zeitvariablen Risikoprämie allerdings weder mit statischen noch mit dynamischen Risikoprämienmodellen erklären. Die Untersuchungen in Bacchetta und van Wincoop (2010) zeigen, dass aufgrund des hohen Risikos der Anlagen am Devisenmarkt schon geringe Transaktionskosten ausreichen, um die Akteure davon abzuhalten die Prognostizierbarkeit der Renditen stärker auszunutzen. Für eine Vielzahl von Akteuren ist es unter gegebenen Kosten schlichtweg nicht profitabel genug auf die Prognostizierbarkeit der Renditen zu setzen, da das den Positionen immanente Risiko zu hoch ist. Selbst der Teil der Akteure, der aktiv versucht von der Prognostizierbarkeit der Renditen zu profitieren, wird aufgrund des hohen Risikos nur recht begrenzte Positionen eingehen.

Die Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass die aus dem zögerlichen Anpassungsverhalten der Akteure resultierende Verzerrung stärker ausfällt, wenn die Akteure ihre Portfolioentscheidungen von einem begrenzten Set an Informationen abhängig machen. Den Ansatz auf Seiten der Individuen nur ein begrenztes Maß an Informationen zu unterstellen, begründen Bacchetta und van Wincoop (2010) über die Kosten der Informationsverarbeitung.⁷⁵ Hätten die Akteure Zugang zu allen Informationen und würden sich weder die Zusammenhänge am Devisenmarkt, noch das Wechselkursmodell sowie die relevanten Parameter ändern, wären die Akteure in der Lage anhand des Modells zukünftige Wechselkursveränderungen vollständig zu prognostizieren. Die aus der Verarbeitung der Informationen entstehenden Kosten wären allerdings übermäßig hoch. Da der Handel am Devisenmarkt sehr schnell abläuft ist hier insbesondere der Faktor Zeit zu berücksichtigen. Die Akteure werden sehr lange brauchen, um alle Informationen auf ihre Relevanz und die daraus resultierenden Konsequenzen für den Wechselkurs zu prüfen. Damit geht Zeit verloren, in der die Akteure schon von den Informationen hätten profitieren können. Daher erscheint es sinnvoll, ein begrenztes Set an Informationen zu unterstellen. Darüber hinaus lässt sich diese Annahme auch dadurch rechtfertigen, dass Akteure in der Realität ebenfalls stets nur einen Teil aller relevanten Informationen nutzen. Dabei entscheiden sie sich für das Informationsset, dass ihrer Ansicht nach das größte Potential hinsichtlich der Prognose von Wechselkursentwicklungen aufweist. Carry Trades, die lediglich die Zinsdifferenzen zwischen Währungen berücksichtigen, finden am Devisenmarkt z.B. häufig Anwendung.⁷⁶

Im Vergleich zum Benchmark Modell, in dem unterstellt wird, dass die Akteure das gesamte Modell kennen und ihre Portfolioentscheidungen von einem unendlichen Informationsset abhängig machen, fällt die Prognostizierbarkeit der Renditen unter der Annahme eines

⁷⁴Dieses Verhalten unterstützt die weiter oben im Text bereits angesprochenen Ergebnisse aus Frankel und Froot (1991) wonach Akteure kurzfristige Prognosen eher auf Grundlage nicht-fundamentaler Verfahren bilden und längerfristige Prognosen eher auf fundamentalen Prognosemethoden begründet sind.

⁷⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 887.

⁷⁶Kapitel 1.3.2 widmet sich explizit den Carry Trades und ihrer Bedeutung im Rahmen des Forward Premium Puzzles.

limitierten Informationssets höher aus.⁷⁷ Für den Fall, dass die Akteure für das Wechselkursverhalten einen Random Walk unterstellen,⁷⁸ gehen die Ergebnisse vor allem auf ein verstärktes Delayed Overshooting zurück. Dies liegt darin begründet, dass die Individuen bei Random Walk Erwartungen nicht davon ausgehen, dass die höher verzinsten Währung nach einer bestimmten Zeit mit größerer Wahrscheinlichkeit abwertet. Sie erwarten demnach auf lange Sicht keine Gültigkeit der UIP.

Insgesamt ist damit festzuhalten, dass das Modell in Bacchetta und van Wincoop (2010) in der Lage ist zu erklären, warum Positionen am Devisenmarkt nicht in einem viel stärkeren Ausmaß an aktuelle Gegebenheiten angepasst werden.⁷⁹ Dies liegt vor allem darin begründet, dass die durch die Anpassungen des Portfolios erzielbaren Renditen die aus den Portfolioanpassungen entstehenden Kosten schlichtweg nicht ausgleichen können. Darüber hinaus wird die Prognostizierbarkeit der Renditen durch das hohe Risiko der Anlagen überschattet. Die Renditen sind in diesem Fall zwar statistisch signifikant, fallen aber nach Ansicht von Bacchetta und van Wincoop (2010) so gering aus, dass sie aus ökonomischer Sicht eher zu vernachlässigen sind. Unter diesen Gesichtspunkten ist es für die Akteure rational nur selten Anpassungen ihrer Portfolios vorzunehmen. Das zögerliche Verhalten der Akteure führt im Modell zu einer Verzögerung der Auswirkungen von Zinsschocks auf den Wechselkurs. Dieses, als Delayed Overshooting bekannte Phänomen, führt letztlich zu einer Verzerrung des Steigungsparameters in der UIP-Regression.

1.3.2 Carry Trader als Auslöser des Forward Premium Puzzles

Carry Trades stellen am Devisenmarkt eine überaus beliebte Handelsstrategie dar. Bei einem Carry Trade geht es darum, von Investitionen in Währungen mit hohen Zinsen zu profitieren.⁸⁰ Die hierzu verwendeten Mittel werden dabei in einer anderen Währung mit deutlich niedrigeren Zinsen aufgenommen. Während die Hochzinswährungen im Rahmen von Carry Trades als Zielwährungen bezeichnet werden, spricht man bei den Niedrigzinswährungen auch von Finanzierungswährungen.⁸¹ Diese Strategie ist ex ante nur so lange profitabel, wie man davon ausgehen kann, dass die durch die Zinsdifferenz erzielten Gewinne nicht durch Schwankungen des Wechselkurses zunichtegemacht werden. Ein profitabler Carry Trade geht demnach mit einem Versagen der UIP einher.

Zwar ist das Muster beim Einsatz von Carry Trades immer identisch, d.h. man verschuldet sich stets in einer Währung mit niedrigem Zinsniveau und investiert die erhaltenen Mittel in eine Währung, die eine hohe Verzinsung verspricht, dennoch existieren unterschiedlichste Formen von Carry Trade Geschäften.⁸² Den einfachsten Ansatz stellt dabei der Spotmarktumtausch der aufgenommenen Währung in die Zielwährung dar. Die Zielwährung wird dabei bis zur Fälligkeit in Form kurzfristiger Aktiva, wie zum Beispiel Bankeinlagen oder kurzfristiger Staatsanleihen gehalten.⁸³

⁷⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 887 f.

⁷⁸Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus Meese und Rogoff (1983), die zeigen, dass sich Wechselkursveränderungen gut durch einen Random Walk abbilden lassen.

⁷⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Bacchetta und van Wincoop (2010), S. 896.

⁸⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Galati et al. (2007), S. 28.

⁸¹Laut Galati und Melvin (2004) (S. 69) sind die drei Haupt-Zielwährungen das Britische Pfund, der Neuseeland Dollar sowie der Australische Dollar. In erster Linie als Finanzierungswährung dienen der US-Dollar, der Japanische Yen sowie der Schweizer Franken.

⁸²Vgl. hierzu und zum Folgenden Galati et al. (2007), S. 30.

⁸³Eine weitere Möglichkeit stellen Derivativkontrakte wie Devisenfutures, Zinsswaps oder Forwardgeschäfte dar.

Die Strategien im Rahmen eines Carry Trades lassen sich in unterschiedlich hohen Komplexitätsgraden anwenden.⁸⁴ So ist es denkbar, dass ein Akteur anstelle einer einfachen Buy and Hold Strategie komplexe Algorithmen verwendet, um die Entscheidung darüber zu treffen, ob es sinnvoll ist eine Carry Trade Position einzugehen oder aufzulösen. Mit Hilfe dieser Algorithmen ist es ihm möglich von häufigen Bewegungen im Wechselkurs oder sich verändernden Zinserwartungen zu profitieren. Im Zuge der immer größer werdenden Bedeutung des algorithmischen Handelns am Devisenmarkt fanden diese Arten des Carry Trades in den vergangenen Jahren verstärkt Anwendung.

Traditionellerweise werden Carry Trades am Devisenmarkt vornehmlich von großen Finanzinstituten wie Hedgefonds oder Commodity Trading Advisers angewendet.⁸⁵ In jüngster Vergangenheit ist der Anteil der privaten Akteure am Devisenmarkt allerdings drastisch angestiegen. Galati et al. (2007) weisen darauf hin, dass die Anzahl der von Gaitame⁸⁶ verwalteten Konten von unter 2.000 im Jahre 2003 bis zum Juni 2007 auf nahezu 120.000 angestiegen ist. Die kumulierten Einlagen belaufen sich dabei auf rund 90 Milliarden Yen oder 0,7 Milliarden US-Dollar. Zwar machen Privatanleger damit noch immer einen sehr kleinen Anteil am Devisenmarkt aus, es zeigt sich aber dennoch, dass ihr Anteil am Devisenmarkt durch den vereinfachten Marktzutritt deutlich ansteigt.

Carry Trades sollen hier von zwei anderen Anlagestrategien abgegrenzt werden, die ebenfalls Zinsdifferenzen nutzen.⁸⁷ Zum einen seien Privatanleger genannt, deren Ziel darin besteht ihr Portfolio zu diversifizieren und die zu diesem Zweck in Fremdwährung denominierte Vermögenswerte mit höherer Rendite kaufen.⁸⁸ Zum anderen sind Carry Trader von privaten Haushalten abzugrenzen, die Mittel in Niedrigzinswährungen aufnehmen um damit den Kauf inländischer Aktiva zu finanzieren. In einigen mittel- und osteuropäischen Ländern ist die Anzahl auf Schweizer Franken lautender Hypothekendarlehen in den vergangenen Jahren zum Beispiel stark angestiegen. Die hier erwähnten Positionen können im Falle von Marktturbulenzen allerdings bei Weitem nicht so schnell aufgelöst werden, wie die weiter oben im Text angesprochenen fremdfinanzierten Carry Trades. Dass dieses Auflösen der Positionen im Fall unterstellter Budgetgrenzen eine entscheidende Rolle spielen kann, belegt die in diesem Abschnitt angesprochene Untersuchung in Brunnermeier et al. (2009).

Im Gegensatz zu Bacchetta und van Wincoop (2010), die schlussfolgern, dass Investitionen am Devisenmarkt aus ökonomischer Sicht nicht profitabel und darüber hinaus sehr riskant sind, kommt eine Vielzahl empirischer Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass Carry Trades durchaus eine profitable Anlagestrategie darstellen ohne dabei ein hohes Risiko zu bergen.

Burnside et al. (2006) testen in ihrer Arbeit die Profitabilität einer einfachen Carry Trade Strategie. Der betrachtete Akteur verkauft heimische Währung per Termin wenn diese mit einem Aufschlag gehandelt wird und kauft diese am Forwardmarkt auf, wenn sie mit einem

⁸⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Galati et al. (2007), S. 30.

⁸⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Galati und Melvin (2004), S. 71 f.

⁸⁶Bei Gaitame handelt es sich um einen Anbieter von Devisenhandelsleistungen für japanische Privatanleger.

⁸⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Galati et al. (2007), S. 30 f.

⁸⁸Ein bekanntes Beispiel dafür sind die über Investmentfonds getätigten Devisenanlagen japanischer Haushalte, die im ersten Halbjahr des Jahres 2007 um durchschnittlich 1,2 Billionen Yen pro Monat zugenommen haben. Insgesamt beläuft sich der Bestand solcher Anlagen mittlerweile auf 35 Billionen Yen.

Abschlag gehandelt wird.⁸⁹ Damit lässt sich die Strategie wie folgt darstellen

$$\phi_t = \begin{cases} > 0, & \text{wenn } F_t > S_t, \\ < 0, & \text{wenn } F_t < S_t. \end{cases}$$

Die Variable ϕ_t stellt dabei die am Forwardmarkt verkaufte Menge heimischer Währung dar. F_t bzw. S_t stehen für den Wechselkurs am Forward- respektive am Spotmarkt. Der in heimischer Währung ausgedrückte Rückfluss beträgt damit

$$\phi_t \left(\frac{F_t}{S_{t+1}} - 1 \right).$$

Die Rückflüsse aus dieser Strategie vergleichen Burnside et al. (2006) mit denen einer Portfoliostrategie, die vorsieht alle Währungen zu verkaufen für die am Forwardmarkt eine Prämie besteht und all diejenigen Währungen zu kaufen, die am Forwardmarkt mit einem Abschlag gehandelt werden. Die Gewichtung der unterschiedlichen Währungen innerhalb des Portfolios fällt dabei identisch aus.

Um herauszustellen, ob Transaktionskosten für die Profitabilität der Carry Trades von Bedeutung sind, berechnen die Autoren die Rückflüsse aus den Transaktionen sowohl unter Vernachlässigung als auch unter Berücksichtigung des Bid-Ask Spreads. Werden die Transaktionskosten vernachlässigt, wird unterstellt der betrachtete Akteur könne die heimische Währung am Devisenmarkt zum Mittelwert aus Bid- und Ask-Raten kaufen oder verkaufen, so dass mit S^{ask} , S^{bid} bzw. F^{ask} , F^{bid} als Ask- bzw. Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt folgende Notationen gelten

$$S_t = \frac{S_t^{\text{ask}} + S_t^{\text{bid}}}{2} \quad \text{und} \quad F_t = \frac{F_t^{\text{ask}} + F_t^{\text{bid}}}{2}.$$

Der investierte Betrag wird auf 1 normiert, so dass folgt

$$\phi_t = \begin{cases} +1, & \text{wenn } F_t \geq S_t, \\ -1, & \text{wenn } F_t < S_t. \end{cases}$$

Der Pay-Off beträgt in diesem Fall

$$z_{t+1} = \phi_t \left(\frac{F_t}{S_{t+1}} - 1 \right).$$

Unter Berücksichtigung des Bid-Ask Spreads ergibt sich die folgenden Strategie für den Carry Trader

$$\phi_t = \begin{cases} +1, & \text{wenn } F_t^{\text{bid}}/S_t^{\text{ask}} > 1, \\ -1, & \text{wenn } F_t^{\text{ask}}/S_t^{\text{bid}} < 1, \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

In diesem Fall belaufen sich die Pay-Offs auf

$$z_{t+1} = \begin{cases} \phi_t(F_t^{\text{bid}}/S_{t+1}^{\text{ask}} - 1), & \text{wenn } \phi_t > 0, \\ \phi_t(F_t^{\text{ask}}/S_{t+1}^{\text{bid}} - 1), & \text{wenn } \phi_t < 0, \\ 0, & \text{wenn } \phi_t = 0. \end{cases}$$

⁸⁹Vgl. hierzu und zum folgenden Burnside et al. (2006), S. 5 ff.

Bleiben die Kosten unberücksichtigt, fallen die Rückflüsse aus den Carry Trades für alle betrachteten Währungen höher aus.⁹⁰ Die monatlichen, nicht-annualisierten Sharpe-Ratios liegen in diesem Fall zwischen 0,201 und 0,038. Das gleichgewichtete Portfolio liefert einen monatlichen Rückfluss von 0,31%, was einer jährlichen Rendite von 3,72% entspricht. Die Sharpe-Ratio beläuft sich auf 0,183. Im Vergleich dazu liegt das Rendite-Risiko-Verhältnis des S&P 500 Index für den betrachteten Zeitraum zwischen 1976 und 2005 bei 0,14. Die Sharpe-Ratios sind also durchaus als vergleichbar anzusehen. Werden die Bid-Ask-Spreads hingegen berücksichtigt, so gehen die Sharpe-Ratios sowohl im Fall der Betrachtung der Einzelwährungen als auch im Fall des Portfolios zurück. Der Rückgang der jährlichen Rendite des Portfolios von 3,72% auf 3,5% fällt dabei zwar gering aus, die Standardabweichung nimmt aber leicht zu, was letztlich in einem Rückgang der Sharpe-Ratio von 0,185 auf 0,145 resultiert.

Dennoch lässt sich festhalten, dass die Renditen auch unter Berücksichtigung der Transaktionskosten positiv ausfallen und die Sharpe-Ratios ebenfalls recht hoch bleiben. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass sich durch den Aufbau eines Devisenportfolios hohe Diversifikationsgewinne erzielen lassen. Während die Investition in Einzelwährungen mit monatlichen Rückflüssen von durchschnittlich 0,23% einhergehen, liefert das Devisenportfolio eine durchschnittliche monatliche Rendite von 0,29%. Darüber hinaus beträgt die durchschnittliche Sharpe-Ratio der einzelnen Währungen lediglich 0,099, wohingegen die des gleichgewichteten Portfolios bei 0,145 liegt. Damit erhöht die Bildung des Devisenportfolios nicht nur die Rendite, sondern verbessert auch deutlich das Rendite-Risiko-Verhältnis.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Burnside et al. (2008), die in ihrer Arbeit neben den bereits in Burnside et al. (2006) getesteten Carry Trade Strategien noch eine weitere Vorgehensweise bezüglich ihrer Profitabilität und Sharpe-Ratio untersuchen. Diese unterstellt, dass der Investor stets in der Währung mit den niedrigsten Zinsen Gelder aufnimmt und diese in die am höchsten verzinsten Währung investiert. Insgesamt zeigt sich auch hier, dass sich unter Verwendung von Carry Trades positive Renditen erzielen lassen und dass die Strategien nicht übermäßig riskant sind. Insbesondere die Anlage in das Portfolio mit Carry Trades in unterschiedlichen Währungen lieferte auch hier hohe positive Renditen bei hohen positiven und statistisch signifikanten Sharpe-Ratios.

Auch Burnside et al. (2010) kommen zu dem Schluss, dass ein gleichgewichtetes Portfolio mit Carry Trades in unterschiedlichen Währungen sowohl unter Vernachlässigung als auch unter Berücksichtigung von Transaktionskosten eine hohe Profitabilität und eine positive Sharpe-Ratio aufweist.⁹¹ Verglichen mit den Rückflüssen am US-Aktienmarkt fallen die Rückflüsse aus der Carry Trade Strategie zwar niedriger aus, weisen aber eine deutlich niedrigere Volatilität auf. Insgesamt liegt die Sharpe-Ratio am Aktienmarkt mit 0,373 deutlich unter der des Devisenportfolios (0,911).⁹²

Da Carry Trades am Devisenmarkt häufig Anwendung finden und ihre Profitabilität darüber hinaus empirisch belegt ist, untersuchen Burnside et al. (2010) ob sich die Rückflüsse aus dieser Strategie auf eine systematische Entlohnung für Risiko zurückführen lassen. Im

⁹⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2006), S. 9 ff.

⁹¹Vgl. hierzu und zum folgenden Burnside et al. (2010), S. 15 f.

⁹²Auffällig ist darüber hinaus, dass Carry Trades auch während der Finanzkrise profitabel bleiben. Burnside et al. (2010) vergleichen die Rückflüsse aus der Carry Trade Strategie mit denen aus einem wertgewichteten US-Aktienindex. Dabei ergeben sich für beide Strategien nahezu gleich hohe Rückflüsse. Die Rückflüsse aus den Carry Trades fallen dabei allerdings weitaus weniger volatil aus. Daraus ergibt sich letztlich für die Carry Trades eine nahezu 2,5 mal höhere Sharpe-Ratio als für die Anlage am US-Aktienmarkt.

Ergebnis zeigt sich, dass die hohen Rückflüsse aus den Carry Trades offensichtlich nicht über konventionelle Risikofaktoren erklärt werden können.⁹³ Zwischen den Rückflüssen aus Carry Trades und den traditionellen Risikofaktoren besteht den Ergebnissen aus Burnside et al. (2010) zufolge keinerlei Korrelation, was darauf hindeutet, dass die Rückflüsse nicht als Entlohnung für systematisches Risiko einzustufen sind.

Als alternative Erklärung der Profitabilität der Carry Trades führen die Autoren daher ein mögliches Peso-Problem an. Besteht für die ausländische Währung eine Forwardprämie, wird der Carry Trader diese am Forwardmarkt verkaufen. Mit einer geringen Wahrscheinlichkeit kommt es nun aber dazu, dass die ausländische Währung dennoch eine starke Aufwertung erfährt. Dem Carry Trader entstünden in diesem Fall erhebliche Verluste aus seiner Investition. Die Rendite aus den Carry Trades kann daher laut Burnside et al. (2010) unter Umständen als Kompensation für diese möglichen Verluste gesehen werden.

Ob sich die Renditen aus den Carry Trades tatsächlich über ein mögliches Peso-Problem erklären lassen, testen die Autoren, indem sie einen Carry Trade konstruieren, der über Optionen gegen ein solches Extremereignis abgesichert ist.⁹⁴ Im Fall eines gehedgten Carry Trades verkauft der Investor die ausländische Währung am Devisenmarkt und kauft gleichzeitig eine Call-Option auf die gleiche Währung. Wertet die ausländische Währung nun über den Ausübungspreis der Option hinaus auf, so kann der Investor diese zum Ausübungspreis kaufen und die Währung zur Erfüllung des Forwardvertrags liefern. Kauft der Investor hingegen ausländische Währung am Forwardmarkt, weil diese dort mit einem Abschlag gehandelt wird, so kann er diesen Kontrakt durch den Verkauf einer Put-Option auf die gleiche Währung absichern.

Auch im Fall der gehedgten Carry Trade Strategie fallen die Rückflüsse und die Sharpe-Ratio positiv aus. Allerdings ergeben sich aufgrund des Preises für das Hedging etwas niedrigere Rückflüsse als im Fall des ungehedgten Carry Trades. Die Ergebnisse des ungehedgten und des gehedgten Carry Trades unterscheiden sich in einem wesentlichen Punkt. So weist die Verteilung der Rückflüsse der ungehedgten Carry Trades eine deutlich negative Schiefe auf, was für die gehedgten Carry Trades nicht der Fall ist. Dies deutet auf eine hohe Wahrscheinlichkeit niedrigerer Renditen im Fall des ungehedgten Carry Trades hin. Die gehedgte Version ist aufgrund der Optionen hingegen vor starken Rückgängen in den Rückflüssen abgesichert, was die positive Schiefe der Verteilung der Rückflüsse erklärt.

Die empirischen Untersuchungen der Rentabilität von Carry Trades weisen damit eindeutig auf die Profitabilität der Anlagestrategie hin und zeigen darüber hinaus, dass diese nicht übermäßig risikoreich ist. Brunnermeier et al. (2009) sehen in der Carry Trade Strategie nicht nur eine profitable Anlagemöglichkeit, sondern führen das Forward Premium Puzzle zum Teil auf das Verhalten der Carry Trader zurück.

Das in Brunnermeier et al. (2009) entwickelte Modell weist einige Gemeinsamkeiten mit den von Brunnermeier und Pedersen (2009) dargestellten Liquiditätsspiralen auf. In der auf den Aktienmarkt bezogenen Arbeit von Brunnermeier und Pedersen (2009) stellen Spekulanten die Gruppe von Akteuren dar, die sich Liquiditätsbeschränkungen ausgesetzt sehen. Die Autoren zeigen in ihrer Arbeit, dass Wertpapiere, in die Spekulanten investieren, eine negative Schiefe aufweisen. Recht niedrige oder negative Rückflüsse sind somit wahrscheinlicher als hohe positive Rückflüsse. Dies geht auf die asymmetrische Reaktion der Spekulanten auf relevante Schocks zurück. Treten Schocks auf, die in Verlusten für die Spekulanten resultieren, werden diese zusätzlich verstärkt, wenn die Spekulanten an

⁹³Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2010), S. 1 f.

⁹⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2010), S. 7 ff.

ihre Budgetgrenzen stoßen und aufgrund dessen ihre Positionen schließen. Bei Schocks die zu Gewinnen für die Spekulanten führen, tritt dieses Phänomen allerdings nicht auf. Dies liegt ebenfalls in den Budgetgrenzen begründet. Da die Spekulanten nicht unbegrenzte Mittel zur Verfügung haben, können sie nur nach und nach mit Investitionen auf positive Entwicklungen reagieren.

Übertragen auf den Devisenmarkt lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt darstellen. Bei zuvor identischen Zinsniveaus im In- und Ausland lässt ein Anstieg des ausländischen Zinsniveaus die Anlage im Ausland attraktiver werden.⁹⁵ Die Nachfrage nach Auslandswährung steigt daher, was diese in Abwesenheit von Budgetbeschränkungen gegenüber der heimischen Währung sofort aufwerten lässt. Für die Zukunft wird aufgrund der UIP eine Abwertung der Auslandswährung erwartet, so dass die Zinsdifferenz mindestens ausgeglichen wird. Bestehen allerdings Budgetbeschränkungen auf Seiten der Akteure, werden die Anlagen in die ausländische Alternative nur sehr langsam getätigt, so dass die Auslandswährung nur sehr langsam und damit für einen längeren Zeitraum aufwertet. Im Gegensatz zum traditionellen Overshooting gemäß Dornbusch (1976) wertet die Auslandswährung im Fall des so genannten Delayed Overshooting nicht auf einen Schlag drastisch auf und erfährt im Anschluss daran eine kontinuierliche Abwertung, sondern wertet aufgrund der bestehenden Budgetbeschränkungen über einen längeren Zeitraum auf. Solange die Akteure in die Auslandsanlage investiert bleiben, wertet diese nicht ab, was die Positionen der Carry Trader schützt. Kommt es in dieser Konstellation aber zu einem negativen Schock auf den Wert der Auslandsanlage, der in Verlusten für die Carry Trader resultieren würde, werden diese ihre Positionen auf einen Schlag schließen, was die Auslandswährung drastisch abwerten lässt.

Brunnermeier et al. (2009) messen die Zinsdifferenz sowie die Wechselkursänderung in ihrer Arbeit stets gegenüber den USA. Fällt die Zinsdifferenz eines Landes gegenüber den USA positiv aus, investiert der betrachtete Akteur in die Währung des jeweiligen Landes. Eine negative Zinsdifferenz hat hingegen Anlagen in US-Dollar zur Folge.⁹⁶ Die empirischen Ergebnisse zeigen dabei eine deutlich positive Korrelation zwischen der durchschnittlichen Zinsdifferenz und den durchschnittlichen Nettopositionen in den jeweiligen Währungen. So fallen die Nettopositionen in den Hochzinswährungen durchweg positiv aus, wohingegen die Nettopositionen in Niedrigzinswährungen negativ ausfallen. Demzufolge nutzen die Akteure die Zinsdifferenz systematisch in Form von Carry Trades aus. Auffallend ist dabei die hohe positive Korrelation zwischen der Zinsdifferenz eines Landes und den USA und dem durchschnittlichen Rückfluss einer Anlage in die jeweilige Währung. Die negative Zinsdifferenz zwischen Japan und den USA geht dabei mit negativen Rückflüssen aus der Investition in Japanische Yen einher. Für die Anlage in Australische Dollar zeichnet sich hingegen das genau gegenteilige Bild einer positiven Zinsdifferenz und positiver Rückflüsse. Darüber hinaus zeigt sich eindeutig eine negative Korrelation zwischen der Schiefe der realisierten Wechselkursänderungen und der Zinsdifferenz. Anlagewährungen (also Währungen mit positiver Zinsdifferenz) sind damit einer negativen Schiefe ausgesetzt, was auf eine höhere Wahrscheinlichkeit für ein stark negatives Ereignis hindeutet. Die Schiefe der Aufnahmewährungen fällt hingegen positiv aus. Die negative Schiefe repräsentiert damit das bestehende Crashrisiko der Anlagen in Hochzinswährungen, was darauf zurückgeht, dass Carry Trader ihre Gelder im Fall drohender Verluste zügig abziehen und damit den negativen Effekt auf die Anlagewährung verstärken.

Die negative Korrelation zwischen der Zinsdifferenz und der Schiefe lässt darauf schließen,

⁹⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 314 f.

⁹⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 321 ff.

dass Gewinne aus Carry Trades zu verstärkten Carry Trade Aktivitäten in der Zukunft führen und damit das Crashrisiko erhöhen.⁹⁷ Diese negative Korrelation lässt sich darüber erklären, dass höhere Zinsdifferenzen höhere Gewinne für die Carry Trader bedeuten. Dies wird die zukünftigen Carry Trade Aktivitäten erhöhen. Die Investitionen in die Hochzinswährung steigen somit. Tritt nun ein negativer Schock auf, ziehen die Carry Trader gemeinsam ihre Gelder ab, was die Hochzinswährung drastisch abwerten lässt. Dieses Crashrisiko stellt sich wiederum in der negativen Schiefe dar. Ein Teil der negativen Schiefe der Carry Trade Positionen lässt sich damit auf die Aktivitäten der Carry Trader selbst zurückführen.

Darüber hinaus zeigen die Autoren, dass die Schiefe negativ mit dem Preis des Risikos, also mit dem Preis für eine Versicherung gegen einen Crash korreliert. Ein höherer Preis für die Versicherung gegen einen möglichen Crash geht demnach mit einem niedrigen Risiko für einen Crash einher.⁹⁸ Dieses zunächst überraschende Ergebnis lässt sich darüber erklären, dass Akteure im Anschluss an einen Crash eher bereit sind einen hohen Preis für die Versicherung gegen einen Crash zu zahlen. Gleichzeitig geht das Risiko für einen Crash aufgrund der zurückgehenden Carry Trade Aktivitäten im Zuge drastischer Verluste zurück. Hier spielt die positive Korrelation zwischen Carry Trade Aktivitäten und vergangenen Gewinnen eine entscheidende Rolle. Während vergangene Gewinne zu einem Anstieg der Carry Trade Aktivitäten führen, was das Crashrisiko erhöht, gehen die Carry Trade Aktivitäten im Zuge eines Crashes zurück, was das Crashrisiko verringert. Aufgrund dessen fällt der Preis des Risikos immer dann besonders hoch aus, wenn das Crashrisiko selbst niedrig ist.

Die Schiefe der Rückflüsse aus Carry Trades lässt sich demnach zum Teil auf das Verhalten der Carry Trader selbst und insbesondere auf das Auflösen ihrer Positionen in Hochzinswährungen zurückführen. Von Interesse ist daher, in welchen Situationen die Akteure ihre Positionen auflösen. Hier zeigt sich, dass Carry Trades aufgelöst werden, wenn die Risikobereitschaft der Akteure zurückgeht.⁹⁹ Als Maß für die Risikobereitschaft der Akteure nutzten Brunnermeier et al. (2009) die implizite Volatilität des S&P 500 Index (VIX). Ein Anstieg des Risikos geht den Ergebnissen zufolge mit einem Rückgang der Carry Trade Aktivitäten einher. Dies lässt sich gut auf die bisher dargestellten Zusammenhänge übertragen. Steigt der VIX, was gleichbedeutend ist mit einem Rückgang der Risikobereitschaft, lösen Carry Trader ihre Positionen auf.¹⁰⁰ Dies geht mit einem Währungscrash und damit mit Verlusten aus Carry Trade Positionen einher. Aufgrund dieser Verluste sind die Akteure bereit hohe Preise für die Versicherung gegen zukünftige Crashes zu zahlen. Gleichzeitig geht die Carry Trade Aktivität im Zuge des Crashes zunächst zurück, was die Wahrscheinlichkeit für einen Crash verringert.

Sofern sich eine Veränderung der Risikoneigung der Akteure tatsächlich in Wechselkursveränderungen niederschlägt, sollte ein Schließen der Positionen Hochzinswährungen gemein-

⁹⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 329 f.

⁹⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 330 f.

⁹⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 337 ff.

¹⁰⁰Diese Beobachtung lässt sich auch mit den Untersuchungsergebnissen aus Ranaldo und Söderlind (2010) in Einklang bringen. Die Autoren untersuchen in ihrer Arbeit die Entwicklung so genannter Safe Haven Währungen. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um den Japanischen Yen und den Schweizer Franken, also um traditionelle Aufnahmewährungen im Carry Trade. Safe Haven Währungen werten immer dann ab, wenn sich die Aktienmärkte positiv entwickeln. Nimmt die Volatilität am Aktienmarkt allerdings zu, werten Safe Haven Währungen drastisch auf. Für Carry Trader bedeutet diese Entwicklung nicht nur ein hohes Risiko aufgrund der gestiegenen Volatilität, sondern auch hohe drohende Verluste aufgrund der drohenden drastischen Aufwertung der Aufnahmewährung. Demnach werden sie auf die Situation reagieren indem sie ihre Positionen schließen, was den Prozess noch verstärkt.

sam ab- und Niedrigzinswährungen gemeinsam aufwerten lassen.¹⁰¹ Dies wird durch die empirischen Ergebnisse durchaus unterstützt. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen einen deutlich negativen Zusammenhang zwischen der Zinsdifferenz und der Korrelation der Wechselkurse. Je höher also die Zinsdifferenz zwischen den Ländern, desto unterschiedlicher entwickeln sich die jeweiligen Währungen.

Insgesamt lassen sich die Ergebnisse in der Weise zusammenfassen, dass zwischen Carry Trades und dem Crashrisiko für Hochzinswährungen eine eindeutige Beziehung besteht. Bestehende Budgetbeschränkungen führen dazu, dass Carry Trader auf sich verändernde Zinsdifferenzen nur zögerlich reagieren. Dies resultiert in einem so genannten Delayed Overshooting, was nach Ansicht von Brunnermeier et al. (2009) eine mögliche Erklärung des Forward Premium Puzzles darstellt. Carry Trades sind damit aufgrund des Versagens der UIP nicht nur eine profitable Anlagestrategie, sondern stellen in diesem Fall sogar selbst eine mögliche Ursache für das Versagen der UIP und das damit einhergehende Puzzle dar. Die Akteure halten ihre Positionen solange, bis ihnen Verluste drohen und sie aufgrund der bestehenden Budgetbeschränkungen gezwungen sind die Positionen zu schließen. Das damit verbundene Crashrisiko spiegelt sich in der negativen Schiefe der Anlagewährungen wider. Da Anlagewährungen aufgrund der bestehenden Budgetbeschränkungen also nur sehr langsam aufwerten und im Falle eines Crashes drastisch abwerten, trifft auf sie die Aussage zu „Exchange rates go up by the stairs and down by the elevator“¹⁰².

¹⁰¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Brunnermeier et al. (2009), S. 340 f.

¹⁰²Siehe Brunnermeier et al. (2009), S. 315.

Kapitel 2

Marktmikrostruktur und adverse Selektion am Devisenmarkt

Die im ersten Kapitel dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse zeigen, dass sich das Forward Premium Puzzle am Devisenmarkt unter Verwendung traditioneller Ansätze nicht erklären lässt. Dies geht möglicherweise darauf zurück, dass traditionelle Modelle die Struktur des Devisenmarktes nicht korrekt berücksichtigen. Meist wird unterstellt, dass es sich beim Devisenmarkt um einen walrasianischen Markt handelt, auf dem alle Akteure identisch informiert sind. Eine Betrachtung des Devisenmarktes zeigt hingegen, dass diese Annahme nicht zutreffend ist. Beim Devisenmarkt handelt es sich vielmehr um einen dezentralisierten over the counter Markt, auf dem der Handel über Market Maker abgeschlossen wird. Außerdem sind am Markt unterschiedlichste Arten von Akteuren aktiv, die ihre Transaktionen auf verschiedenste Strategien und Informationsstände begründen. Die speziellen Gegebenheiten am Devisenmarkt finden im Rahmen des Mikrostrukturansatzes Berücksichtigung.

Die Arbeit von Burnside et al. (2009) stellt die bislang einzige Arbeit dar, die die spezielle Struktur des Devisenmarktes und die daraus für den Market Maker erwachsenden Konsequenzen berücksichtigt und bildet die Grundlage des im Hauptkapitel dieser Arbeit entwickelten Modells. Im Modell in Burnside et al. (2009) sieht sich der Market Maker einem adverse selection Problem gegenüber, da am Markt informierte und uninformierte Akteure aktiv sind. Dieses adverse selection Problem führt zu Preisanpassungen durch den Market Maker, welche nach Auffassung von Burnside et al. (2009) einen möglichen Grund für das Forward Premium Puzzle darstellen. Da sowohl das Modell nach Burnside et al. (2009) als auch das in dieser Arbeit entwickelte Modell auf dem Mikrostrukturansatz beruhen, wird dieser zunächst näher beleuchtet um im Anschluss daran das Modell aus Burnside et al. (2009) darzustellen. Das Kapitel schließt mit einigen kritischen Anmerkungen zum Modell nach Burnside et al. (2009), welche gleichzeitig die wesentlichen Erweiterungen des in Abschnitt 3 entwickelten Modells gegenüber dem Modell aus Burnside et al. (2009) darstellen.

2.1 Marktmikrostruktur und Order Flow

Traditionelle makroökonomische Modelle versagen regelmäßig bei Wechselkursprognosen bzw. beim Versuch Wechselkursschwankungen zu erklären. Wie eine Vielzahl empirischer

Untersuchungen zeigt, liegt der Erklärungsgehalt der traditionellen Wechselkursmodelle nahe Null. Dieses Ergebnis findet sich zum Beispiel in der vielzitierten Arbeit von Meese und Rogoff (1983). Aber auch die in Meese (1990), Frankel und Rose (1995), Isard (1995) oder Taylor (1995) zusammengefassten Ergebnisse verdeutlichen den schwachen Erklärungsgehalt der traditionellen Wechselkursmodelle.

Im Vergleich dazu weisen auf dem Mikrostrukturansatz basierende Modelle einen deutlich höheren Erklärungsgehalt auf. Da der so genannte Order Flow in diesen Modellen eine wichtige Rolle spielt, wird dieser im folgenden Abschnitt zunächst vorgestellt. Die Aussage, dass Order Flow auf den Wechselkurs wirkt, ist mittlerweile nahezu allgemein akzeptiert. Diskutiert wird allerdings ob, dessen Einfluss auf den Wechselkurs permanenter oder transitorischer Natur ist, d.h. ob der Wechselkurs aufgrund des Order Flows langfristig zu seinem fundamentalen Wert tendiert oder auf kurze Sicht von diesem abweicht. Die Abschnitte 2.1.2 und 2.1.3 beschäftigen sich eingehend mit Untersuchungen im Rahmen dieser Diskussion.

2.1.1 Die Rolle des Order Flows im Informationsprozess

Der Order Flow am Devisenmarkt stellt im Rahmen der Mikrostrukturanalyse eine entscheidende Größe dar. Dieser ist klar vom Transaktionsvolumen abzugrenzen.¹⁰³ Während das Transaktionsvolumen lediglich den mit der Transaktion einhergehenden Kapitalfluss berücksichtigt, unterscheidet der Order Flow explizit zwischen Kauf- und Verkaufordern. Der Order Flow kann daher als das mit dem Vorzeichen versehene Transaktionsvolumen bezeichnet werden. Tritt ein Akteur mit dem Wunsch an einen Market Maker heran eine Menge von X Einheiten der ausländischen Währung verkaufen zu wollen, so führt dies zu einem Transaktionsvolumen in Höhe von X , der damit einhergehende Order Flow beläuft sich allerdings auf $-X$. Da die gewünschte Handelsrichtung stets das Vorzeichen des Order Flows bestimmt, fällt der aus der Verkauforder resultierende Order Flow negativ aus. Der gesamte Order Flow einer Periode entspricht der Summe aller mit dem Vorzeichen versehenden Transaktionen. Zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen besteht eine positive Korrelation.¹⁰⁴ Ein negativer Order Flow bedeutet einen Verkaufsdruck in der betrachteten Periode, der mit einer Abwertung der Auslandswährung einhergeht.

Der Effekt des Order Flows auf den Wechselkurs resultiert im Rahmen des Mikrostrukturansatzes daraus, dass die Information, auf die die Transaktion begründet war, über den Order Flow in den Preis gelangt.¹⁰⁵ Der Order Flow fungiert damit als Transmissionsmechanismus. Für den Effekt des Order Flows auf den Wechselkurs ist laut Lyons (2001) darüber hinaus entscheidend, auf welchen Akteur der Order Flow zurückgeht.¹⁰⁶ Da am Devisenmarkt neben privaten Akteuren auch institutionelle Kunden wie große Hedge Fonds oder auch Zentralbanken aktiv sind, besteht die Möglichkeit, dass Order Flow unterschiedlichen Ursprungs auch unterschiedlich auf den Wechselkurs wirkt. Der aus Geschäften mit institutionellen Akteuren resultierende Order Flow sollte sich laut Lyons (2001) stärker auf den Wechselkurs auswirken als der Order Flow aus Geschäften mit Privatanlegern.

Die bedeutende Rolle des Order Flows für den Informationsprozess wurde in einer Vielzahl

¹⁰³Vgl. hierzu und zum Folgenden Lyons (2001), S. 6.

¹⁰⁴Vgl. Evans und Lyons (2002), S. 172 ff.

¹⁰⁵Dass Order Flow tatsächlich Informationen enthält belegen zum Beispiel die Arbeiten von Lyons (1995), Yao (1997), Ito et al. (1998), Evans und Lyons (1999), Cheung und Wong (2000), Cai et al. (2001), Covrig und Melvin (2002), Payne (2003) oder auch von Albuquerque et al. (2008).

¹⁰⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Lyons (2001), S. 255 f.

von Untersuchungen nachgewiesen. Hier sind zum Beispiel die Arbeiten von French und Roll (1986), Hasbrouck (1991), Rime (2000) Evans und Lyons (2002), Evans (2002) oder auch von Payne (2003) zu erwähnen. Darüber hinaus deuten auch einige auf Befragungen von Devisenhändlern basierende Arbeiten auf den Informationsgehalt des Order Flows hin. So zeigen zum Beispiel die von Menkhoff (1998) und Gehrig und Menkhoff (2006) erhaltenen Ergebnisse, dass die Bedeutung des Order Flows im Rahmen von Wechselkursprognosen deutlich zugenommen hat. Ähnliche Ergebnisse zum Informationsgehalt des Order Flows erhalten auch Cheung und Chinn (1999a,b), Cheung und Wong (2000) sowie Cheung et al. (2004).

Dass Order Flow tatsächlich auf den Wechselkurs wirkt, gilt mittlerweile als allgemein anerkannt. Eine der bedeutendsten Arbeiten im Rahmen der Mikrostrukturanalyse stellt die Untersuchung von Evans und Lyons (2002) dar. Die Autoren kommen darin zu dem Schluss, dass sich unter Berücksichtigung des Order Flows rund 60% der täglichen Wechselkursänderung erklären lassen. Die hinter dem Modell stehende Intuition und die sich daraus ergebenden Ergebnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

Evans und Lyons (2002) erweitern die traditionellen Wechselkursmodelle im Rahmen ihres Modells um den Order Flow zwischen den Market Makern. Über diesen werden die Informationen der Market Maker aggregiert, was letztlich zu Wechselkursänderungen führt. Zu Beginn jeder Periode (i.e. zu Beginn jedes Handelstages) gehen bei den Market Makern von Kundenseite Nachfragen nach Auslandswährung in unterschiedlicher Höhe ein.¹⁰⁷ Diese Nachfragen resultieren in Ordnern, die nicht öffentlich beobachtbar sind. Jegliche in den Ordnern enthaltenen Informationen gelangen erst über die Transaktionen in den Preis. Die Nachfrage nach Auslandswährung geht im Modell auf den Wunsch nach zusätzlicher Liquidität, auf Hedgingvorhaben oder auf rein spekulative Käufe der Marktteilnehmer zurück. Der Effekt auf den Preis kommt dadurch zustande, dass die Gegenseite Preisanpassungen verlangt, um die Nachfrage zu erfüllen.

Der Devisenmarkt wird im Modell als Handelsmarkt mit N Market Makern (indexiert mit i) abgebildet. Den Market Makern steht ein Kontinuum an Akteuren gegenüber, die als Kunden der Market Maker auftreten. In der betrachteten Ökonomie werden innerhalb von T Handelsperioden ein risikoloses und ein risikobehaftetes Asset gehandelt. Die risikolose Alternative bietet einen sicheren Rückfluss in Höhe von 1. Anlagen in ausländischer Währung stellen die risikobehaftete Anlagealternative dar. Aus einer in t erfolgten Anlage in Auslandswährung resultiert in $T + 1$ ein Rückfluss in Höhe von Δr_t . Die Wertzuwächse Δr_t sind dabei unabhängig und identisch normalverteilt mit $(0, \sigma_r^2)$ und können vor jedem Handelstag am Markt beobachtet werden.¹⁰⁸ Sie stellen Veränderungen der öffentlichen Information bezüglich relevanter makroökonomischer Fundamentaldaten dar.

Der tägliche Handel läuft im Modell über insgesamt drei Runden, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Zu Beginn jedes Handelstages setzen die Market Maker vollkommen unabhängig voneinander einen Preis, zu dem sie bereit sind jede Menge der ausländischen Währung zu kaufen oder zu verkaufen.¹⁰⁹ Die Preissetzung erfolgt dabei auf Grundlage von Δr_t und anderen verfügbaren Informationen.¹¹⁰ Zum jeweils gesetzten Preis $S_{i,t}$ erhält nun jeder Market Maker eine bestimmte Anzahl an Ordnern aus dem Kontinuum der Kunden. Diese werden mit

¹⁰⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 173.

¹⁰⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 173.

¹⁰⁹Von Bid-Ask Spreads wird in der Arbeit abstrahiert.

¹¹⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 173f.

$C_{i,t}^1$ bezeichnet. Ein negative Order entspricht dabei einem Verkauf der Auslandswährung durch den Kunden. Die Kundenordern $C_{i,t}^1$ sind unter den Market Makern nicht korreliert und normalverteilt mit $(0, \sigma_C^2)$. Darüber hinaus sind die Ordern unabhängig von Δr_t und nicht öffentlich beobachtbar.¹¹¹ Die Ordern spiegeln im Modell die Portfolio Shifts der Kunden wider. Die erste Runde ist demnach geprägt durch den Handel zwischen Kunden und Market Makern.

In der zweiten Runde handeln die Market Maker untereinander, um das durch den Handel mit den Kunden entstandene Risiko zu streuen.¹¹² In dieser Runde setzen die Market Maker gleichzeitig und voneinander unabhängig einen neuen Preis, zu dem sie bereit sind in Geschäften mit anderen Market Makern jede beliebige Menge ausländischer Währung zu kaufen oder zu verkaufen. Die in dieser Runde gesetzten Preise sind für alle Market Maker beobachtbar und handelbar. Der Handel der Market Maker untereinander erfolgt dabei ebenfalls gleichzeitig und voneinander unabhängig. Die Differenz aus den von Market Maker i durchgeführten Käufen und Verkäufen ausländischer Währung entspricht dem Order Flow des Market Makers i . Ein negativer Order Flow für Market Maker i bedeutet, dass dieser in Runde 2 mehr Verkäufe als Käufe getätigt hat. Der sich insgesamt ergebende Order Flow zwischen allen Market Makern entspricht den Nettokäufen der Market Maker untereinander. Dieser wird mit Δz_t bezeichnet und ist nach Ablauf der zweiten Handelsrunde sowohl von den Market Makern als auch von den Kunden beobachtbar.

Im Anschluss daran handeln die Market Maker in der dritten Handelsrunde letztlich erneut mit den Kunden, um das Risiko noch breiter zu streuen. Jeder Market Maker setzt nun einen neuen Preis $S_{i,t}^3$, zu dem er bereit ist in erneuten Geschäften mit den Kunden jede beliebige Menge ausländischer Währung zu kaufen oder zu verkaufen.¹¹³ Die von den Kunden an die Market Maker herangetragenen Ordern stellen eine lineare Funktion des erwarteten Rückflusses dar und belaufen sich auf

$$C_t^3 = \gamma(E(S_{t+1}^3|\Omega_3) - S_t^3).$$

Der Koeffizient γ steht für die aggregierte Risikobereitschaft der Kunden. $E(S_{t+1}^3|\Omega_3)$ gibt den Erwartungswert des Preises für ausländische Währung in der dritten Handelsrunde der nächsten Periode an. Ω_3 entspricht den verfügbaren Informationen des Individuums. Diese beinhalten neben den Wachstumsraten Δr_t auch den Netto-Order Flow zwischen den Market Makern Δz_t .

Um mögliche Arbitragegewinne der Kunden zu verhindern, müssen sich die in den jeweiligen Handelsrunden von den Market Makern gesetzten Preise entsprechen.¹¹⁴ Diese Preise hängen einzig und allein von gemeinsamen Informationen ab.¹¹⁵ Zu Beginn der ersten Handelsrunde stellt die Wachstumsrate Δr_t die allen Market Makern zugängliche Information dar. Der Netto-Order Flow zwischen den Market Makern Δz_t ist erst nach Abschluss der zweiten Handelsrunde beobachtbar. Demnach spiegelt der zu Beginn der dritten Runde gesetzte Preis S_t^3 die Informationen in Δr_t und Δz_t wider.

¹¹¹Die Kunden werden demnach nicht auf Grundlage öffentlich verfügbarer Informationen als Käufer oder Verkäufer aktiv. Dies liegt darin begründet, dass die Market Maker die Preise in Abhängigkeit der öffentlichen Informationen setzen und die Preise die Informationen somit bereits enthalten. Eine auf den öffentlichen Informationen basierende Transaktion verspricht daher keine positiven Rückflüsse. Dieser Zusammenhang wird im Modell nach Burnside et al. (2009) vernachlässigt, was einen der Hauptkritikpunkte an diesem Modell darstellt.

¹¹²Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 174.

¹¹³Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 174 f.

¹¹⁴Siehe hierzu die Propositionen 1 und 2 in Lyons (1997), S. 285 f.

¹¹⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 175.

Die sich zwischen dem Ende der Perioden $t-1$ und t ergebenden Preisveränderungen lassen sich damit schreiben als

$$\Delta S_t = \Delta r_t + \lambda \Delta z_t. \quad (2.1)$$

Darin stellt λ eine Konstante dar, die von der Risikobereitschaft der Kunden γ sowie von den Varianzen der Rückflüsse der Anlage in Auslandswährung σ_r^2 und den von den Market Makern erhaltenen Ordnern σ_C^2 abhängt. Die Preisveränderung am Devisenmarkt wird also neben der fundamentalen Komponente Δr_t auch von den Portfolio Shifts der Akteure und dem damit einhergehenden Netto-Order Flow zwischen den Market Makern Δz_t beeinflusst.

Um Gleichung 2.1 schätzen zu können, ersetzen Evans und Lyons (2002) die Veränderung der öffentlichen Information Δr_t durch die Veränderung des Zinsdifferentials zwischen In- und Ausland $\Delta(i_t - i_t^*)$ (zuzüglich eines White-Noise Störterms η_t).¹¹⁶ Die zweite Spezifikation betrifft die abhängige Variable ΔS_t . Diese wird durch die logarithmierte Wechselkursänderung Δs_t ersetzt. Somit ergibt sich die folgende zu schätzende Regression

$$\Delta s_t = \alpha_1 \Delta(i_t - i_t^*) + \alpha_2 \Delta z_t + \eta_t.$$

Die Schätzung des Modells mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate liefert einen positiven und signifikanten Koeffizienten für den Order Flow (α_2).¹¹⁷ Ein positiver Netto-Order Flow zwischen den Market Makern führt demnach zu einer Aufwertung der Auslandswährung.¹¹⁸ Auch für die traditionelle Makrovariable $\Delta(i_t - i_t^*)$ liefert die Schätzung einen signifikanten Koeffizienten (α_1) mit korrektem Vorzeichen. Auffallend ist der hohe Erklärungsbeitrag der Schätzung unter Berücksichtigung des Order Flows von 0,64 im Währungspaar DM/USD bzw. ein Erklärungsbeitrag zwischen 0,40 und 0,46 im Währungspaar JPY/USD. Wird der Order Flow in der Schätzung hingegen nicht berücksichtigt, ergibt sich lediglich ein Erklärungsgehalt von 0,01 bzw. 0,00. Darüber hinaus werden in diesem Fall auch die Koeffizienten der Zinsdifferenz insignifikant.

Die Ergebnisse in Evans und Lyons (2002) zeigen, dass ein Modell auf Basis der Markt-mikrostruktur das Wechselkursverhalten deutlich besser abbilden kann als traditionelle Makro-Modelle. Der Erklärungsbeitrag der Regressionen resultiert dabei eindeutig aus dem Order Flow. Unter den Befürwortern der Order Flow Hypothese ist allerdings eine Diskussion darüber entbrannt, auf welche Weise Order Flow den Wechselkurs beeinflusst und worauf Order Flow tatsächlich zurückzuführen ist.

Froot und Ramadorai (2005) beschreiben drei mögliche Wege, über die Order Flow auf den Wechselkurs wirken könnte.¹¹⁹

1. **Strong Flow Centric View:** Order Flow korreliert mit makroökonomischen News über den intrinsischen Wert der Währung und wird daher aufgrund möglicher privater Informationen über diesen Wert dazu führen, dass der fundamentale Wert der

¹¹⁶Die Wahl des Zinsdifferentials als fundamentale Komponente rechtfertigen die Autoren damit, dass das Zinsdifferential in einer Vielzahl makroökonomischer Modelle eine entscheidende Rolle spielt und darüber hinaus täglich verfügbar ist.

¹¹⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2002), S. 177 f.

¹¹⁸Für das Währungspaar Deutsche Mark/US-Dollar erhalten die Autoren beispielsweise einen Koeffizienten in Höhe von 2,1. Übersteigt die Anzahl der Käufe von US-Dollar die Anzahl der Verkäufe um 1.000, geht dies mit einer Aufwertung des US-Dollar gegenüber der D-Mark um 2,1% einher. Bei einer durchschnittlichen Orderhöhe von 3,9 Millionen US-Dollar, führt ein Überschuss an Käufen von US-Dollar in Höhe von einer Milliarde US-Dollar damit zu einer Aufwertung des Dollar in Höhe 0,54% (2,1/3,9).

¹¹⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Ramadorai (2005), S. 1536 f.

Währung erreicht wird. Order Flow hat im Sinne des Strong Flow Centric View permanente Effekte auf den Wechselkurs.

2. **Weak Flow Centric View:** Order Flow entsteht aufgrund erhöhter Liquidität am Devisenmarkt und geht damit zum Beispiel auf Hedgingvorhaben der Kunden zurück. In diesem Fall führt Order Flow dazu, dass sich der Wechselkurs von seinem fundamentalen Wert entfernt und hat somit lediglich transitorische Effekte auf den Wechselkurs.
3. **Fundamentals Only View:** Zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen besteht keinerlei Korrelation. Unter Verwendung des Order Flows lässt sich weder eine Veränderung des intrinsischen Wertes der Währung noch eine Abweichung vom intrinsischen Wert erklären. Veränderungen im Wechselkurs sind einzig und allein auf fundamentale Faktoren zurückzuführen.

Da der Fundamentals Only View in einer Vielzahl von Forschungsarbeiten zum Aktienmarkt weitestgehend widerlegt worden ist¹²⁰ und eine Vielzahl empirischer Arbeiten den Effekt des Order Flows auf den Wechselkurs belegt, werden auf den folgenden Seiten lediglich der Strong Flow und der Weak Flow Centric View näher beleuchtet.

2.1.2 Evidenzen zum Strong Flow Centric View

Die Ergebnisse der zuvor vorgestellten Arbeit von Evans und Lyons (2002) zeigen, dass Order Flow bei der Erklärung des Wechselkurses eine wichtige Rolle spielt. Fraglich ist aber, auf welche Weise Order Flow den Wechselkurs beeinflusst. Die Anhänger des Strong Flow Centric View tendieren zu der Annahme, dass es Informationen über relevante Fundamentaldaten sind, die Order Flow auslösen.¹²¹ In diesem Fall sollte der Order Flow dazu führen, dass sich der Wechselkurs in Richtung seines fundamentalen Wertes entwickelt. Der Effekt auf den Wert einer Währung wäre in diesem Fall von permanenter Natur.

Der Einfluss makroökonomischer News auf den Wechselkurs war und ist Gegenstand einer Vielzahl empirischer Untersuchungen. Interessant ist dabei zum einen in welche Richtung sich Preise im Anschluss an das Bekanntwerden von News entwickeln.¹²² Zum anderen wird die Volatilität der Preise im Zuge der News betrachtet. Die Studien bezüglich des Effektes von News auf die Richtung der Preisveränderung am Devisenmarkt zeigen, dass sich ein Effekt der News auf täglicher Basis nur schwer ausmachen lässt, da dieser meist von anderen Effekten überlagert wird. Intraday lassen sich im Anschluss an relevante News hingegen durchaus signifikante Veränderungen des Wechselkurses beobachten.¹²³ Auch hinsichtlich der Volatilität sind signifikante Einflüsse ökonomischer News nachweisbar.¹²⁴

Ein positiver Zusammenhang zwischen für den Wechselkurs relevanten News und dem Order Flow am Devisenmarkt kann als Unterstützung des Strong Flow Centric View angese-

¹²⁰Siehe hierzu zum Beispiel auch die Arbeiten von Froot et al. (2001), Froot und Ramadorai (2001), Cohen et al. (2002) sowie von Choe et al. (2005).

¹²¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Ramadorai (2005), S. 1536.

¹²²Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 27.

¹²³Dies gilt insbesondere im Anschluss an Bekanntmachungen bezüglich Arbeitslosenzahlen oder Ankündigungen zum Geldangebot. Detaillierte Ergebnisse hierzu finden sich zum Beispiel in Andersen et al. (2003). Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch Cornell (1982), Engel und Frankel (1984), Hakkio und Pearce (1985), Ito und Roley (1987), Hardouvelis (1988) oder auch Ederington und Lee (1995).

¹²⁴Beispielhaft seien hier die Arbeiten von Goodhart et al. (1993), DeGennaro und Shrieves (1997), Andersen und Bollerslev (1998) sowie von Melvin und Yin (2000) erwähnt.

hen werden. Inwieweit dies der Fall ist, untersuchen Love und Payne (2008) auf empirischer Basis.¹²⁵ Neben dem Einfluss von News auf den Wechselkurs wird auch der Einfluss von News auf den Order Flow genauer betrachtet. Die Reaktion des Wechselkurses auf die News splitten die Autoren zusätzlich in eine direkte und eine indirekte Komponente. Über die direkte Komponente wirken sich News sofort auf den Wechselkurs aus, ohne dass dazu Transaktionen notwendig sind. Die indirekte Komponente kommt hingegen zum tragen, wenn sich News erst über Order Flow im Wechselkurs niederschlagen. Dies ist immer dann der Fall, wenn die Akteure die News auf unterschiedliche Weise interpretieren oder wenn ein Teil von ihnen private Informationen erhält.

Der erste Teil der empirischen Untersuchung widmet sich zunächst der Fragestellung, ob überraschende Ausprägungen von News¹²⁶ auf den Wechselkurs und den Order Flow wirken.¹²⁷ Darüber hinaus ist von Interesse, ob News aus den jeweiligen Wirtschaftsräumen die Werte der entsprechenden Währungen und den Order Flow im jeweiligen Währungspaar stärker beeinflussen als News aus anderen Ländern. Außerdem wird untersucht, innerhalb welches Zeitraumes sich die News im Wechselkurs und im Order Flow niederschlagen. Grundlage der empirischen Untersuchung ist dabei ein Modell der folgenden Form

$$\Delta P_t^s = \delta + \sum_{i=-m}^m \kappa_i^s N_{t-i} + \epsilon_t^s,$$

$$O_t^s = \lambda + \sum_{i=-m}^m \varphi_i^s N_{t-i} + \eta_t^s.$$

Darin steht P_t^s für das 100-fache des logarithmierten Wechselkurses s im Zeitpunkt t . O_t^s erfasst den Order Flow im Währungspaar s innerhalb des in t endenden Beobachtungszeitraums. Ein positiver Order Flow im Markt für USD/EUR geht mit Nettokäufen des Euro einher. Die 3×1 Vektoren N_t beinhalten die innerhalb des in t endenden Zeitraums auftretenden News aus den drei betrachteten Wirtschaftsräumen. Die Größen ϵ_t^s und η_t^s stellen Störterme dar. Damit bildet die Spezifikation die Reaktion des Wechselkurses und des Order Flows auf News aus allen drei betrachteten Wirtschaftsbereichen ab.

Die erhaltenen Schätzergebnisse zeigen, dass News in nahezu allen Fällen signifikant auf den Wechselkurs wirken. Der Einfluss der News schlägt sich dabei meist innerhalb der ersten Minute nach deren Veröffentlichung im Wechselkurs nieder. Dabei weisen Nachrichten aus allen Wirtschaftsbereichen einen signifikanten Einfluss auf alle betrachteten Währungspaare auf. Gleiches gilt für den Effekt von News auf den Order Flow. Dieser fällt noch deutlich signifikanter aus als der Effekt auf den Wechselkurs und tritt ebenfalls sofort nach bekanntwerden der News auf. Auffallend ist außerdem, dass News neben dem direkten Effekt zusätzlich auch einen zeitlich verzögerten Effekt auf den Order Flow aufweisen. Diese verzögerte Wirkung führen die Autoren darauf zurück, dass die anderen Marktteilnehmer den ursprünglich durch die News ausgelösten Order Flow beobachten und dieser somit selbst zu einer Information wird, die in weiteren Ordnern resultieren kann. In diesem Fall wirken die überraschenden News nicht nur direkt, sondern auch indirekt auf den Order Flow. Die Ergebnisse weisen damit insgesamt darauf hin, dass News sowohl auf den Wechselkurs als auch auf den Order Flow wirken.

¹²⁵Untersucht werden hier die Währungspaare GBP/EUR, USD/EUR und USD/GBP sowie News aus den Wirtschaftsräumen Europa, dem Vereinigten Königreich und den USA.

¹²⁶Als überraschende Ausprägungen von News interpretieren Love und Payne (2008) News, die von der von Standard & Poors gemessenen Markterwartung abweichen.

¹²⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Love und Payne (2008), S. 473 f.

Im zweiten Teil ihrer Untersuchung widmen sich Love und Payne (2008) explizit der Fragestellung, ob News auch über den Order Flow in den Wechselkurs gelangen,¹²⁸ was den Strong Flow Centric View unterstützen würde. Um diese Frage zu beantworten schätzen die Autoren eine bivariate VAR-Spezifikation der Veränderung des Wechselkurses und des Order Flows für jedes der betrachteten Währungspaare mit exogenen News-Variablen. Auch die unter Verwendung dieser Methode erhaltenen Ergebnisse weisen eindeutig auf einen starken Effekt der News auf den Wechselkurs und auf den Order Flow hin. Darüber hinaus zeigt sich, dass ein erheblicher Teil der News Effekte über den Order Flow in den Wechselkurs gelangt. Unter Verwendung einer Impuls-Antwort Analyse kommen Love und Payne (2008) zu dem Schluss, dass der Effekt der News auf den Wechselkurs ohne Order Flow deutlich schwächer ausfällt. Der Einfluss der News auf den Wechselkurs der über Order Flow zustande kommt liegt bei rund 30%. Order Flow spielt demzufolge eine bedeutende Rolle für die Wirkung von News auf den Wechselkurs. Dies unterstützt in starkem Maße den Strong Flow Centric View.

Evans und Lyons (2008) widmen sich in ihrer Untersuchung einer ähnlichen Fragestellung. Wie schon in Love und Payne (2008) steht auch hier der durch News ausgelöste Order Flow und dessen Einfluss auf den Wechselkurs im Fokus. Der Zusammenhang wird dabei sowohl intraday als auch auf Tagesbasis untersucht um auf diese Weise nicht nur den kurzfristigen, sondern auch den längerfristigen Effekt des Order Flows abbilden zu können. Die von Evans und Lyons (2008) gewählte Herangehensweise unterscheidet sich von anderen Ansätzen zur Untersuchung des Einflusses von News auf den Wechselkurs in zwei wesentlichen Punkten.¹²⁹ Zum einen werden neben planmäßigen News¹³⁰ auch außerplanmäßige News berücksichtigt. Zum anderen wird explizit modelliert, inwieweit Informationen aus News direkt oder indirekt, d.h. über die Komponente Order Flow auf den Preis einer Währung und dessen Volatilität wirken.

Die hinter dem Modell stehende Intuition beruht auf der Idee, dass nicht alle Akteure über die gleichen Informationen verfügen, bzw. dass nicht alle Akteure die gleichen Rückschlüsse aus eigentlich identischen Informationen ziehen.¹³¹ Der allgemein unterstellte Standardmechanismus bezüglich News am Devisenmarkt geht davon aus, dass News den Wechselkurs direkt beeinflussen. Fällt eine planmäßige Bekanntmachung bezüglich des Bruttoinlandsproduktes der USA (US-GDP) um $m\%$ höher aus als allgemein erwartet, und gehen alle Akteure davon aus, dass der unerwartet hohe Anstieg des US-GDP positive Nachrichten für die US-Wirtschaft darstellt und dass der Wert der amerikanischen Währung demnach gegenüber der Auslandswährung um $n\%$ steigen sollte, werden die Market Maker umgehend einen um $n\%$ höheren Preis für US-Dollar festlegen. Diese Form der Auswirkung von News auf den Wechselkurs bezeichnen Evans und Lyons (2008) als den direkten Kanal.

Dieser Mechanismus wird aber nur wie oben beschrieben wirken, wenn alle Akteure exakt die gleichen Rückschlüsse aus der Ankündigung eines um $m\%$ höheren US-GDP ziehen. Das Modell in Evans und Lyons (2008) geht hingegen davon aus, dass die Akteure zwar insofern konform gehen, dass das unerwartet hohe GDP Wachstum gute Nachrichten für den US-Dollar darstellt, dass aber unter ihnen durchaus unterschiedliche Ansichten darüber existieren können, wie stark die Aufwertung des US-Dollars im Zuge dieser positiven Nachrichten ausfallen sollte.¹³² Unter diesen Umständen könnte die ursprüngliche Auf-

¹²⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Love und Payne (2008), S. 476 ff.

¹²⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 27.

¹³⁰Unter planmäßigen News werden zum Beispiel Veröffentlichungen von Arbeitslosenzahlen, Zinsentscheidungen oder des Konsumklimas in den betrachteten Wirtschaftsräumen USA und Deutschland verstanden.

¹³¹Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 27 f.

¹³²Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 28.

wertung des US-Dollars von einigen Akteuren als zu stark, von anderen hingegen als zu schwach empfunden werden. Diejenigen, die die Aufwertung als zu stark ansehen, werden am Devisenmarkt demzufolge US-Dollar verkaufen, da sie eine zukünftige Abwertung der Währung erwarten. Akteure, die die ursprüngliche Aufwertung als zu gering einschätzen, werden hingegen US-Dollar kaufen, da sie mit einem weiteren Anstieg des Wertes der US-Währung rechnen. Die Summe dieser Ordern stellt den Order Flow dar, den Market Maker heranziehen, um ihre Spotmarktkurse anzupassen. Ein positiver (negativer) Order Flow signalisiert dabei, dass die ursprüngliche Preisanpassung unter (über) der gleichgewichtigen Erwartung des Marktes liegt. Eine Preisanpassung, als Reaktion auf den durch die News ausgelösten Order Flow, bezeichnen Evans und Lyons (2008) als den indirekten Wirkungskanal der News. Die Wirkung von News über diesen Kanal geht mit dem Phänomen einher, dass positive Nachrichten für den US-Dollar nicht zwangsläufig auch einen positiven Order Flow auslösen müssen. Wie der Order Flow ausfällt, hängt vielmehr davon ab, inwieweit die ursprüngliche Preisanpassung der gleichgewichtigen Markterwartung bezüglich der Auswirkung der Nachricht auf den Wechselkurs entspricht. Der indirekte Kanal ist demzufolge immer dann aktiv, wenn am Markt unterschiedliche Meinungen bezüglich der Auswirkung einer Nachricht existieren.

Die intraday Analyse in Evans und Lyons (2008) betrachtet die relative Bedeutung des direkten und des indirekten Kanals für den Preis am Devisenmarkt im Anschluss an das Auftreten von News.¹³³ Sofern makroökonomische News primär allgemein zugängliche Informationen verbreiten, sollte der direkte Kanal deutlich dominieren. Beinhalten makroökonomische News hingegen überwiegend private Informationen oder wird die Bedeutung einer Nachricht für den Wert der Währung von den unterschiedlichen Akteuren stark unterschiedlich interpretiert, sollten News weitestgehend über den indirekten Kanal wirken. Die Ergebnisse zeigen, dass der Order Flow sich im Anschluss an die Veröffentlichung makroökonomischer News deutlich stärker auf den Wechselkurs auswirkt als ohne News. Demnach lösen News Transaktionen (also Order Flow) aus und bringen auf diese Weise über den indirekten Kanal verstreute Informationen in den Preis. Dies widerspricht dem Gedanken, dass die makroökonomischen News zum überwiegenden Teil allgemein bekannte Informationen beinhalten und über den direkten Kanal auf den Wechselkurs wirken.

Mit Hilfe der Analyse auf Tagesbasis soll darüber hinaus der Langzeiteffekt von News auf den Wechselkurs herausgestellt und die Robustheit der intraday Ergebnisse überprüft werden. Die unter Verwendung von Tagesdaten erhaltenen Ergebnisse unterstützen die Ergebnisse aus der intraday Analyse. Auch hier zeigt sich die wichtige Bedeutung des Order Flows und damit des indirekten Kanals für die Wirkung von News auf den Wechselkurs.¹³⁴ Der Effekt der News auf Wechselkursänderungen über den indirekten Kanal fällt dabei um ca. 60% höher aus als der Effekt über den direkten Kanal. Unter Berücksichtigung beider möglicher Wirkungskanäle lassen sich mit Hilfe von News rund 36% der Varianz des Wechselkurses auf Tagesbasis erklären. Um die Robustheit der erhaltenen Ergebnisse zu testen, unterteilen die Autoren die Nachrichten zusätzlich in planmäßige und außerplanmäßige Ankündigungen. Hier zeigt sich, dass planmäßige Nachrichten etwa 20% der unbedingten Varianz des Wechselkurses auf Tagesbasis erklären können, was nur etwa 2/3 des Einflusses ausmacht, der sich unter zusätzlicher Berücksichtigung außerplanmäßiger Wirtschaftsnachrichten ergibt. Dabei scheinen planmäßige Nachrichten zu relativ gleich großen Anteilen über den direkten und indirekten Kanal zu wirken.

Insgesamt verdeutlicht die Untersuchung, dass die Varianz der Preisveränderungen durch

¹³³ Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 32 ff.

¹³⁴ Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 47 f.

planmäßige und außerplanmäßige Nachrichten beeinflusst wird. Die Ergebnisse weisen darüber hinaus darauf hin, dass News neben allgemein zugänglichen auch private Informationen beinhalten können, so dass sie sowohl direkt als auch indirekt (also über den Order Flow) auf den Wechselkurs wirken. Wie stark News den Wechselkurs verändern zeigt sich, wenn man die hier dargestellten Ergebnisse und die Ergebnisse aus Evans und Lyons (2002) zusammenführt.¹³⁵ In Evans und Lyons (2002) stellen die Autoren heraus, dass rund 60% der täglichen Wechselkursveränderungen auf Order Flow zurückzuführen sind und nur 40% der Preisveränderungen andere Ursachen haben. In Verbindung mit den Ergebnissen aus Evans und Lyons (2008) lässt sich rund 1/3 der durch Order Flow hervorgerufenen Wechselkursänderungen auf makroökonomische News zurückführen.

Sowohl Love und Payne (2008) als auch Evans und Lyons (2008) weisen damit eine signifikante Beziehung zwischen News und Order Flow nach. Der Effekt auf den Wechselkurs ist den Ergebnissen zufolge nicht nur transitorischer Natur, sondern repräsentiert den fundamentalen Wert der Währung. Beide Untersuchungen unterstützen damit die Sichtweise des Strong Flow Centric View, nach der Order Flow Informationen über Fundamentaldaten beinhaltet und daher zu Wechselkursveränderungen in Richtung des fundamentalen Wertes führt.

Diese Ergebnisse werden auch durch die Studie in Killeen et al. (2006) unterstützt. In einer Weiterentwicklung des in Abschnitt 2.1.1 angesprochenen Modells aus Evans und Lyons (2002) untersuchen Killeen et al. (2006) die Differenz zwischen der Volatilität des Wechselkurses in Regimes mit flexiblen und fixen Wechselkursen, bekannt als Regime-Volatility Puzzle. Bei der Erklärung dieses Puzzles spielt der Order Flow zwischen den Market Makern erneut eine wichtige Rolle. Nach Ansicht von Killeen et al. (2006) sollten Order Flow und Wechselkursänderungen kointegriert sein, sofern Order Flow tatsächlich Informationen über den fundamentalen Wechselkurs beinhaltet.¹³⁶ Diese Kointegration dürfte allerdings nur im Fall flexibler Wechselkurse bestehen und unter fixen Wechselkursen verschwinden.¹³⁷ Inwieweit dies der Fall ist, testen die Autoren anhand des Order Flows im Währungspaar DM/FF. Dabei weisen die erhaltenen Ergebnisse eindeutig auf eine Kointegration zwischen Wechselkurs und Order Flow vor Bekanntgabe der fixen Umtauschkurse im Rahmen der Währungsunion am 3. Mai 1998 hin. Danach zeigen sich hingegen keinerlei Anzeichen einer Kointegration. Dieses Ergebnis verdeutlicht damit ebenfalls, dass Order Flow einen permanenten Effekt auf den Wechselkurs hat und diesen in Richtung seines fundamentalen Wertes treibt.

Die Hypothese, dass Order Flow Informationen über fundamentale Faktoren beinhaltet und dass die Akteure am Markt diese Informationen aus ihren Beobachtungen des Order Flows ableiten, wird auch von Evans und Lyons (2007) unterstützt. Unter Verwendung eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells und unter zusätzlicher Berücksichtigung privater Informationen sowie eines auf dem Mikrostrukturansatz basierenden Handelsverlaufs am Devisenmarkt, kommen auch sie zu dem Schluss, dass sich die Wechselkursentwicklung unter Verwendung des Order Flows gut prognostizieren lässt. Anders als in Evans und Lyons (2002) wird hier nicht der Order Flow zwischen den Market Makern, sondern der Kunden Order Flow betrachtet.¹³⁸ Der Prognosegehalt des Kunden Order Flow fällt dabei deutlich niedriger aus als der Prognosegehalt des Order Flows unter den Market Makern.

¹³⁵ Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2008), S. 49.

¹³⁶ Eine Kointegration zwischen Wechselkurs und Order Flow deutet auf ein langfristiges Gleichgewicht zwischen den beiden Größen und damit auf einen längerfristigen und nicht lediglich transitorischen Zusammenhang hin.

¹³⁷ Vgl. hierzu und zum Folgenden Killeen et al. (2006), S. 571.

¹³⁸ Vgl. hierzu und zum Folgenden Evans und Lyons (2007), S. 29 ff.

Während sich mit Letzterem in Evans und Lyons (2002) rund 60% der Veränderung des Währungspaares USD/DM erklären lassen, liegt der Erklärungsbeitrag des Kunden Order Flows im gleichen Währungspaar bei lediglich 21% – 32%. Allerdings steigt der Prognosegehalt mit zunehmenden Prognosezeitraum deutlich an. Darüber hinaus zeigt sich, dass der Order Flow auch einen guten Prädiktor zukünftiger Entwicklungen der Fundamentaldaten darstellt. Auch hier nimmt der Prognosegehalt mit zunehmendem Zeithorizont zu. Die Tatsache, dass der Order Flow für den Wechselkurs und für zukünftige Fundamentaldaten eine Veränderung in die gleiche Richtung anzeigt verdeutlicht, dass sich der Prognosegehalt des Order Flows für den Wechselkurs auf die im Order Flow enthaltenen Informationen über relevante Fundamentaldaten zurückführen lässt. Die Ergebnisse zeigen also erneut, dass Order Flow den Wechselkurs in Richtung des fundamentalen Wertes treibt und dass der Einfluss damit permanenter und nicht lediglich transitorischer Natur ist. Dies ist ebenfalls als Unterstützung des Strong Flow Centric View zu interpretieren.

Die Ergebnisse der in diesem Abschnitt dargestellten Untersuchung weisen insgesamt darauf hin, dass Wechselkursmodelle berücksichtigen sollten, dass Akteure unterschiedlich informiert sind. Die Informationsasymmetrien lassen sich entweder darauf zurückführen, dass die Akteure News unterschiedlich interpretieren oder darauf, dass einige Akteure private, bessere Informationen erhalten. Dies veranlasst die Akteure dazu die im Anschluss an News getätigten Ordnern genau zu beobachten, um über den Order Flow mögliche private Informationen ableiten zu können.

2.1.3 Evidenzen zum Weak Flow Centric View

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Untersuchungen unterstützen die Sichtweise des Strong Flow Centric View. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Order Flow dazu führt, dass eine Währung ihren fundamentalen Wert erreicht. Zu gegensätzlichen Ergebnissen in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Order Flow und dem fundamentalen Wert einer Währung kommen Berger et al. (2008) oder auch Froot und Ramadorai (2005). Die von ihnen erhaltenen Ergebnisse deuten eher darauf hin, dass Order Flow keinerlei Informationen über den fundamentalen Wert einer Währung beinhaltet und dass der Effekt des Order Flows auf den Wechselkurs daher eher transitorischer Natur ist. Die Ergebnisse unterstützen damit den Weak Flow Centric View.

Grundlage der Untersuchung in Berger et al. (2008) ist ein Modell der folgenden Form¹³⁹

$$r_{t,h} = \alpha + \gamma O_{t,h} + \varepsilon_{t,h}.$$

Dabei gibt $r_{t,h}$ die Rückflüsse aus der Anlage in Auslandswährung nach Ablauf einer Periode der Länge h an, die im Zeitpunkt t endet. Der Order Flow innerhalb der betrachteten Periode wird mit $O_{t,h}$ erfasst. Die Regression wird in der Arbeit intraday, auf Tagesbasis und für längere Prognosehorizonte geschätzt, um auf diese Weise den langfristigen Zusammenhang zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen abbilden zu können.

Unter Verwendung eines Prognosehorizonts von lediglich einer Minute ergibt sich für die beiden betrachteten Währungspaare Euro/USD und USD/JPY ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Veränderung des Wechselkurses und dem Order Flow.¹⁴⁰ Das Bestimmtheitsmaß R^2 liegt im Währungspaar Euro/USD bei rund 36% und für USD/JPY

¹³⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Berger et al. (2008), S. 97 f.

¹⁴⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Berger et al. (2008), S. 98 f.

bei etwa 30%. Ein positiver Order Flow führt in der Regression damit zu einem Anstieg des Wechselkurses. Ein Überschuss an Euro-Käufen im Wert von einer Milliarde der Basiswährung¹⁴¹ resultiert in einer Aufwertung des Euro gegenüber dem US-Dollar um 54 Basispunkte. Liegt ein Überschuss an Yen-Käufen in Höhe von einer Milliarde vor, wertet die japanische Währung gegenüber dem US-Dollar den Ergebnissen zufolge um rund 72 Basispunkte auf. Unter Verwendung von Daten auf Tagesbasis fällt der Zusammenhang zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen noch deutlicher aus. In diesem Fall ergibt sich ein R^2 von über 50% (für beide Währungspaare). Ein Überschuss an Käufen des Euro bzw. des Yen in Höhe von einer Milliarde der Basiswährung lässt beide Währungen gegenüber dem US-Dollar um etwa 40 Basispunkte aufwerten. Der hier erhaltene Erklärungsbeitrag liegt damit nur knapp unter dem von Evans und Lyons (2002) nachgewiesenen R^2 von ca. 60%. Wird der Prognosehorizont allerdings noch weiter erhöht, nimmt das R^2 deutlich ab. Bei einem Prognosehorizont von einem Monat ergibt sich nur noch ein Wert zwischen 20 und 30%. Auf einen Überschuss an Käufen in Höhe von einer Milliarde folgt sowohl für den Euro als auch für den Yen gegenüber dem US-Dollar lediglich noch eine Aufwertung in Höhe von 20 Basispunkten. Mit zunehmendem Regressionshorizont nimmt sowohl das Bestimmtheitsmaß als auch die auf einen Kaufüberschuss folgende Aufwertung des Euro bzw. des Yen immer weiter ab.

Die hier mit Hilfe einer einfachen Regression erhaltenen Ergebnisse deuten damit darauf hin, dass die Beziehung zwischen Order Flow und Wechselkursveränderungen lediglich auf kurzfristiger Basis als statistisch signifikant einzustufen ist.

Diesen Sachverhalt, testen die Autoren anhand der Kointegrationsanalyse.¹⁴² Dabei erhalten Berger et al. (2008) unter Verwendung zweier unterschiedlicher Verfahren auch zwei unterschiedliche Ergebnisse. So kommt der Engel-Granger Test¹⁴³ zu dem Ergebnis, dass die Hypothese zwischen Wechselkursveränderung und Order Flow liege keine Kointegration vor, nicht verworfen werden kann. Der Johansen Test¹⁴⁴ kommt hier hingegen zu einem anderen Ergebnis. Dieser findet für das Währungspaar Euro/USD durchaus eine Kointegration, nicht hingegen für USD/JPY.¹⁴⁵ Insgesamt schlussfolgern Berger et al. (2008) daraus, dass zwischen der Wechselkursveränderung und dem Order Flow keine Kointegration und damit kein langfristiger Zusammenhang besteht. Darüber hinaus testen die Autoren, wie auch schon Evans und Lyons (2008) und Love und Payne (2008) inwieweit sich zwischen Order Flow und News ein signifikanter Zusammenhang nachweisen lässt. Anders als Evans und Lyons (2008) und Love und Payne (2008) finden Berger et al. (2008) hier allerdings lediglich einen sehr kurzfristigen Zusammenhang. Bereits zehn Minuten nach der News-Veröffentlichung ist ihren Ergebnissen zufolge schon kein signifikanter Effekt der News auf den Order Flow mehr nachweisbar.

Insgesamt weisen die von Berger et al. (2008) erhaltenen Ergebnisse darauf hin, dass zwischen Order Flow und Wechselkursveränderungen lediglich ein kurzfristiger Zusammenhang besteht. Gleiches gilt für den Zusammenhang zwischen Order Flow und für den Wechselkurs relevanten News. Damit unterstützen die Ergebnisse eher den Weak Flow Centric View, der dem Order Flow lediglich einen transitorischen Effekt auf den Wechsel-

¹⁴¹ Bei der Basiswährung handelt es sich stets um die erstgenannte Währung im Währungspaar.

¹⁴² Vgl. hierzu und zum Folgenden Berger et al. (2008), S. 99 f.

¹⁴³ Weitere Informationen zum Engel-Granger Test finden sich in Engle und Granger (1987).

¹⁴⁴ Weiterführende Informationen zum Johansen Tests finden sich in Johansen (1988).

¹⁴⁵ Die Tatsache, dass der Engle-Granger und der Johansen Test häufig zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen wird zum Beispiel auch von Gonzalo und Lee (1998) belegt. Demzufolge zeigt der Johansen Test in vielen Fällen eine Kointegration in Zeitreihen an, in denen laut Engle-Granger Test keine Kointegration vorliegt.

kurs zuschreibt.

Zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf den langfristigen Zusammenhang zwischen Order Flow und Wechselkursveränderungen kommen auch Froot und Ramadorai (2005). Die Autoren überprüfen in ihrer Arbeit, inwieweit unerwartete Rückflüsse am Devisenmarkt in permanente Schocks auf den intrinsischen Wert der Währung oder in transitorische Abweichungen vom fundamentalen Wert der Währung zerlegt werden können.¹⁴⁶ Das Ziel der Untersuchung besteht darin herauszufinden, inwieweit sich diese Arten von Schocks auf Order Flow zurückführen lassen, um Rückschlüsse darauf zu ziehen, wie Order Flow auf den Wechselkurs wirkt.

Im Fall kurzer Prognosehorizonte belegen auch die Ergebnisse aus Froot und Ramadorai (2005) den bereits zuvor festgestellten positiven Zusammenhang zwischen Wechselkursänderungen und Order Flow. Der Order Flow ist demnach in der Lage, Wechselkursänderungen innerhalb eines Horizonts von 30 Tagen zu prognostizieren.¹⁴⁷ Mit Ausweitung des Prognosehorizonts nimmt der Erklärungsgehalt des Order Flows allerdings deutlich ab und wird im Fall sehr langer Horizonte sogar negativ. Dies deutet nach Froot und Ramadorai (2005) darauf hin, dass zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen kein langfristiger Zusammenhang besteht. Vielmehr scheint der Order Flow ausschließlich mit transitorischen Schocks auf den Wechselkurs korreliert zu sein. Darüber hinaus weist der Order Flow auch keine Korrelation mit relevanten Fundamentaldaten auf. Diese Ergebnisse unterstützen damit eindeutig die Sichtweise der Anhänger des Weak Flow Centric View.

In der gleichen Arbeit führen Froot und Ramadorai (2005) noch eine weitere Untersuchung durch, bei der sie lediglich die Korrelation zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen berücksichtigen.¹⁴⁸ Die hier erhaltenen Ergebnisse decken sich dabei weitestgehend mit den schon zuvor beschriebenen Resultaten. Geschätzt wird lediglich die einfache Korrelation zwischen den logarithmierten Rückflüssen aus der Investition in Auslandswährung und dem Order Flow. Die Korrelationen fallen für einen Tag positiv aus und nehmen mit wachsendem Prognosezeitraum zunächst zu. Für kurz- bis mittelfristige Prognosehorizonte weisen die Autoren damit eine Beziehung zwischen Order Flow und Wechselkursveränderung nach. In welche Richtung die Kausalität dabei geht, wird in diesem Ansatz allerdings nicht weiter untersucht. Auch hier geht die Korrelation zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen allerdings ab einem bestimmten Prognosehorizont zurück. Um den Zeitraum von 300 Handelstagen herum wird der Zusammenhang sogar negativ. Auch die Ergebnisse aus diesem eher einfachen Ansatz zeigen, dass Order Flow nicht auf fundamentale Gegebenheiten zurückzuführen ist und dass zwischen Order Flow und Wechselkursänderungen keine langfristige Beziehung besteht. Vielmehr scheint es so, als würde der Order Flow eher zu transitorischen Wechselkursschwankungen führen, was erneut den Weak Flow Centric View unterstützt.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen in Berger et al. (2008) und Froot und Ramadorai (2005), dass auf kurze Sicht eine durchaus signifikante, positive Beziehung zwischen dem Order Flow und der Veränderung des Wechselkurses existiert. Wie im Sinne des Weak Flow Centric View zu erwarten, geht der Zusammenhang allerdings mit wachsendem Beobachtungszeitraum immer weiter zurück und verschwindet letztlich vollkommen. Im Gegensatz dazu, weisen die Ergebnisse in Evans und Lyons (2007, 2008), Killeen et al. (2006) oder auch in Love und Payne (2008) eher auf einen langfristigen Zusammenhang zwischen Or-

¹⁴⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Ramadorai (2005), S. 1540 ff.

¹⁴⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Ramadorai (2005), S. 1555 ff.

¹⁴⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Froot und Ramadorai (2005), S. 1548 ff.

der Flow und Wechselkursverhalten hin, was den Strong Flow Centric View unterstützt. Es existieren demnach für beide Sichtweisen empirische Belege. Daher ist es durchaus möglich die beiden Ansichten in einem Modell zu vereinen.¹⁴⁹ Dies ist zum Beispiel im Modell in Bacchetta und van Wincoop (2006b) der Fall. Der Order Flow beinhaltet hier auf der einen Seite Informationen über relevante Fundamentaldaten, kann aber auf der anderen Seite auch in transitorischen Schwankungen des Wechselkurses resultieren. Bacchetta und van Wincoop (2006b) unterstellen, dass die Akteure verschmutzte Signale über zukünftige, für den Wechselkurs relevante Fundamentals erhalten. Der wahre Wert der zukünftigen Fundamentals entspricht dem Durchschnitt der Signale aller Akteure. Beim Versuch das durchschnittliche Signal der anderen Akteure am Markt aus den Wechselkursveränderungen abzuleiten, müssen die rationalen Akteure berücksichtigen, dass Wechselkursveränderungen auch auf Hedgingvorhaben zurückgehen können und somit nicht mit Informationen bezüglich der Fundamentals zusammenhängen. Daher muss von Seiten der rationalen Akteure abgegrenzt werden, ob die beobachteten Wechselkursveränderungen aus Informationen bezüglich zukünftiger Fundamentaldaten oder aus Hedging resultieren. Im Gleichgewicht ist der Order Flow am Devisenmarkt daher in diesem Modell sowohl mit zukünftigen Informationen über die relevanten Fundamentaldaten, als auch mit den Hedgingvorhaben der Akteure korreliert. Der auf Hedging zurückgehende Order Flow führt zwar zu kurzfristigen Schwankungen des Wechselkurses, der Effekt des Order Flows ist aber insgesamt weitestgehend darauf zurückzuführen, dass sich auch Informationen bezüglich zukünftiger Werte der Fundamentalvariablen im Order Flow widerspiegeln.

Auch das im Hauptkapitel dieser Arbeit entwickelte theoretische Modell beinhaltet Bestandteile des Strong Flow und des Weak Flow Centric View. So wird auch hier ein Teil der Akteure auf Grundlage privater Informationen über zukünftige Fundamentals mit Relevanz für den Wechselkurs aktiv. Der durch sie ausgelöste Order Flow beinhaltet damit relevante Informationen über Fundamentaldaten, was eher dem Strong Flow Centric View entspricht. Darüber hinaus berücksichtigt das Modell allerdings auch Noise Trader, die ihre Transaktionen von technischen Analyseregeln abhängig machen. Der auf die Transaktionen der Noise Trader zurückgehende Order Flow resultiert daher nicht aus Informationen über fundamentale Faktoren, was eher der Sichtweise des Weak Flow Centric View entspricht.

2.2 Modell zur Erklärung des Forward Premium Puzzles unter Berücksichtigung adverser Selektion

Die im ersten Kapitel dieser Arbeit vorgestellten Ergebnisse verdeutlichen, dass traditionelle Modelle nicht in der Lage sind das Forward Premium Puzzle zu erklären. Eine mögliche Ursache für das Versagen der Modelle bei der Erklärung des Puzzles liegt in der in ihnen unterstellten Struktur des Devisenmarktes begründet. Dieser wird implizit als idealisierter walrasianischer Markt modelliert, auf dem alle Individuen identisch informiert sind.¹⁵⁰ Beim Devisenmarkt handelt es sich allerdings um einen dezentralisierten over the counter Markt, auf dem Market Maker eine entscheidende Rolle spielen.¹⁵¹ Diese spezielle Struktur des Devisenmarktes findet im Modell nach Burnside et al. (2009) Berücksichtigung. Das Ziel der Autoren besteht darin eine theoretische Erklärung des Forward Premium Puzzle zu liefern. Die Grundlage des in Burnside et al. (2009) entwickelten Modells liefert der Mi-

¹⁴⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Berger et al. (2008), S. 94.

¹⁵⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 127.

¹⁵¹Hier seien beispielhaft die Arbeiten von Lyons (2001) und Sarno und Taylor (2001) genannt, die diese Struktur des Devisenmarktes berücksichtigen.

strukturansatz aus Glosten und Milgrom (1985). Die Autoren unterstellen darin, dass am Aktienmarkt unterschiedlich gut informierte Akteure aktiv sind. Der Informationsstand der Uninformierten unterscheidet sich nicht von dem des Market Makers. Informierte erhalten hingegen überlegene private Informationen und sind damit besser informiert als der Market Maker. Unter Ausnutzung ihres Informationsstands handeln die Informierten systematisch zu Preisen, die für den Market Maker in erwarteten Verlusten resultieren. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Preis von einem Informierten akzeptiert wird umso größer, je höher die erwarteten Verluste des Market Makers ausfallen. Für den Market Maker besteht damit ein adverse selection Problem in der Form, dass er einen Preis stellen muss, der sowohl von einem Informierten als auch von einem Uninformierten akzeptiert werden kann. Da Geschäfte mit Informierten systematisch in Verlusten resultieren, muss er den Preis so setzen, dass er in Geschäften mit Uninformierten Gewinne erzielen kann, die die Verluste kompensieren. Der vom Market Maker gesetzte Preis entspricht damit dem bedingten Erwartungswert gegeben alle verfügbaren Informationen. Die verfügbaren Informationen im Moment der Preissetzung umfassen dabei auch die Tatsache, dass ein Akteur den vom Market Maker gesetzten Preis akzeptiert. Diesen Ansatz wenden Burnside et al. (2009) auf den Devisenmarkt an. Das Modell in Burnside et al. (2009) betrachtet damit erstmalig die besondere Struktur des Devisenmarktes und das daraus für den Market Maker entstehende adverse selection Problem im Moment der Preissetzung. Das Ziel besteht dabei darin herauszustellen, unter welchen Bedingungen das aus den unterschiedlichen Informationsständen der Akteure resultierende adverse selection Problem des Market Makers in einer negativen Kovarianz zwischen dem Forward-Spot Spread und Wechselkursänderungen resultiert und somit als Erklärung des Forward Premium Puzzle fungieren kann.

Da das Modell nach Burnside et al. (2009) die Grundlage des im Hauptkapitel der vorliegenden Arbeit entwickelten Devisenmarktmodells darstellt, werden die Arbeit und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen sowie mögliche Schwachpunkte und sich daraus ergebende Erweiterungen im Folgenden ausführlich dargestellt.

2.2.1 Grundlegende Annahmen des Modells

Die Grundstruktur des Modells in Burnside et al. (2009) lässt sich wie folgt beschreiben. Wie in Glosten und Milgrom (1985) werden neben den Market Makern uninformierte und informierte Akteure berücksichtigt.¹⁵² Der Informationsstand der Uninformierten entspricht auch hier dem Informationsstand des Market Makers und resultiert aus den öffentlich verfügbaren Informationen. Die Informierten erhalten neben den öffentlichen Informationen zusätzlich überlegene, private Informationen über zukünftige Wechselkursänderungen. Der überlegene Informationsstand der Informierten kann alternativ dazu auch darauf zurückgehen, dass sie die öffentlichen Informationen effizienter nutzen. Während die Uninformierten ihre Transaktionen am Markt von öffentlichen Informationen abhängig machen und immer dann Auslandswährung kaufen, wenn die öffentlichen Informationen eine Aufwertung anzeigen, geht der Handel der Informierten ausschließlich auf die privaten Informationen zurück. Dabei nutzen die Informierten systematisch Preise aus, die dem Market Maker erwartete Verluste entstehen lassen, was in einem adverse selection Problem für den Market Maker resultiert. Die Verluste aus Geschäften mit Informierten müssen durch Gewinne aus Geschäften mit Uninformierten gedeckt werden. Daher sind die vom Market Maker im Vorfeld des Handels am Markt gesetzten Preise entsprechend anzupassen.

¹⁵²Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 128.

Annahmegemäß folgt der Wechselkurs einem exogenen stochastischen Prozess der folgenden Form¹⁵³

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} = \phi_t + \varepsilon_{t+1} + \omega_{t+1}. \quad (2.2)$$

Darin entspricht S_t dem Wechselkurs in Preisnotierung. Die Variable ε_{t+1} zeigt die Veränderung des Wechselkurses an, die sich nur unter Kenntnis privater Informationen prognostizieren lässt. Informationen über die private Informationskomponente erhalten lediglich die informierten Akteure. Diese machen am Markt einen Anteil von α aus. Veränderungen, die auf Grundlage öffentlich verfügbarer Informationen prognostiziert werden können, werden mit ϕ_t bezeichnet. Die Variable ω_{t+1} ist unabhängig und identisch verteilt mit einem Erwartungswert von Null und einer Varianz in Höhe von σ_ω^2 und zum Zeitpunkt t keinem der Akteure bekannt. Die Schocks ϕ_t , ε_{t+1} und ω_{t+1} werden als orthogonal angenommen.

Zu Beginn der Periode t erhalten alle Akteure die öffentlich verfügbaren Informationen ϕ_t .¹⁵⁴ Die Variable ϕ_t ist unabhängig und identisch verteilt und weist die folgenden möglichen Realisationen auf

$$\phi_t = \begin{cases} \phi & \text{mit Wahrscheinlichkeit } 1/2, \\ -\phi & \text{mit Wahrscheinlichkeit } 1/2, \end{cases}$$

mit $\phi > 0$.

Ein positiver Wert für ϕ_t spiegelt öffentlich verfügbare Informationen wider, die eine Aufwertung der ausländischen Währung implizieren. Der Anteil der uninformierten Akteure $(1 - \alpha)$ kauft die Auslandswährung per Termin, wenn die öffentlich verfügbaren Informationen positiv ausfallen. Im Fall negativer öffentlicher Informationen werden alle Uninformierten als Verkäufer der Auslandswährung am Forwardmarkt aktiv.

Die Größe ε_{t+1} ist nicht öffentlich beobachtbar. In t erhält lediglich die Gruppe der Informierten (α) relevante Informationen bezüglich dieser Größe. Die Variable ε_{t+1} sei annahmegemäß ebenfalls unabhängig und identisch verteilt, mit den folgenden Realisationen

$$\varepsilon_{t+1} = \begin{cases} \varepsilon & \text{mit Wahrscheinlichkeit } 1/2, \\ -\varepsilon & \text{mit Wahrscheinlichkeit } 1/2, \end{cases}$$

mit $\varepsilon > 0$.

Zu Beginn der Periode t erhalten die Informierten das Signal ξ_t auf dessen Grundlage sie die Ausprägung der Größe ε_{t+1} zu über 50% ($q > 1/2$) korrekt antizipieren.¹⁵⁵ Damit gilt

$$\Pr(\xi_t = \varepsilon | \varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \Pr(\xi_t = -\varepsilon | \varepsilon_{t+1} = -\varepsilon) = q > 1/2.$$

Deutet das Signal auf eine positive Ausprägung der privaten Informationskomponente und damit auf eine Aufwertung der Auslandswährung hin, werden die Informierten diese am Forwardmarkt kaufen. Im entgegengesetzten Fall verkaufen die Informierten die ausländische Währung per Termin.

Der gesamte Handel wird im Modell über den Market Maker abgeschlossen. Der Gewinn des Market Makers aus den betrachteten einperiodigen Forwardkontrakten ergibt sich aus der Differenz zwischen der vom Market Maker gesetzten Ask- bzw. Bid-Forward-Rate und

¹⁵³Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 128 ff.

¹⁵⁴D.h. Informierte, Uninformierte und die Market Maker kennen diese Größe.

¹⁵⁵Wären die Informierten auf Grundlage des Signals nicht in der Lage die Realisation mit mehr als 50%-iger Wahrscheinlichkeit korrekt zu antizipieren, wäre das Signal nutzlos und die Akteure nicht informiert.

dem Wechselkurs am Spotmarkt in $t + 1$. Da freier Marktzutritt für die Market Maker unterstellt wird, beträgt der erwartete Gewinn des Market Makers Null. Bevor der Handel stattfindet, muss der Market Maker die Preise setzen, zu denen er bereit ist, Auslandswährung per Termin zu verkaufen (Ask-Forward-Raten) bzw. Auslandswährung am Forwardmarkt zu kaufen (Bid-Forward-Raten). Die Anwesenheit der Informierten resultiert für den Market Maker in einem adverse selection Problem bei der Setzung der Ask- und Bid-Forward-Raten. Da Informierte systematisch Preise ausnutzen, die dem Market Maker Verluste entstehen lassen, muss er die Preise so anpassen, dass er die erwarteten Verluste aus den Transaktionen mit Informierten über den Handel mit Uninformierten ausgleichen kann. Die vom Market Maker am Forwardmarkt gesetzten Preise werden daher den bedingten Erwartungen des Market Makers bezüglich des Wechselkurses am Spotmarkt in $t + 1$ entsprechen. Da er den gleichen Informationsstand aufweist, wie die Uninformierten, ist ihm die Ausprägung der öffentlichen Informationen (also ϕ_t) bekannt, so dass er diese in seine Wechselkurserwartung und damit in den gesetzten Preis einfließen lässt. Darüber hinaus muss er bei der Festlegung der Ask-Forward-Rate bzw. der Bid-Forward-Rate aber auch berücksichtigen, dass sein Gegenüber den gesetzten Preis akzeptiert und zu diesem Auslandswährung zu kaufen (Ask) bzw. zu verkaufen (Bid) wünscht. Die vom Market Maker gesetzten Ask- und Bid-Forward-Raten entsprechen daher den bedingten Erwartungen des Market Makers unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der von ihm gesetzte Kurs akzeptiert wird.

2.2.2 Herleitung der Ask-Forward-Rate

Im Folgenden soll gezeigt werden, in welcher Weise sich das adverse selection Problem auf die Preissetzung eines Market Makers am Forwardmarkt auswirkt.¹⁵⁶

Den Ausgangspunkt im Rahmen der Berechnung der Ask-Forward-Rate stellt der Gewinn des Market Makers aus dem Verkauf der Auslandswährung per Termin dar. Fallen die öffentlich verfügbaren Informationen positiv aus, beträgt dieser

$$\pi_{t+1}^m = F_t^{\text{ask}}(\phi) - S_{t+1}.$$

Darin stellt F_t^{ask} die vom Market Maker festgelegte einperiodige Forward-Rate für den Kauf einer Einheit Auslandswährung dar. Die Forward-Rate muss dabei dem erwarteten Wechselkurs am Spotmarkt in $t + 1$ entsprechen.

Da der erwartete Gewinn des Market Makers aufgrund des freien Marktzutritts Null beträgt, folgt daraus unter Berücksichtigung des stochastischen Prozesses der Veränderung des Wechselkurses am Spotmarkt (siehe Gleichung 2.2) für die Ask-Forward-Rate¹⁵⁷

$$F_t^{\text{ask}}(\phi) = E(S_{t+1}|\text{buy}, \phi) = S_t(1 + \phi + E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, \phi)). \quad (2.3)$$

In den gesetzten Preis lässt der Market Maker demnach neben den öffentlichen Informationen ϕ auch seine bedingten Erwartungen hinsichtlich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} einfließen. Diese bildet der Market Maker unter Berücksichtigung

¹⁵⁶Beispielhaft wird an dieser Stelle der stochastische Prozess der Ask-Forward-Rate dargestellt, wenn die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung implizieren (d.h. wenn ϕ_t positiv ausfällt). Die Herleitungen der Ask-Forward-Rate unter öffentlichen Informationen, die eine Abwertung der Auslandswährung anzeigen ($F_t^{\text{ask}}(-\phi)$) wird ebenso in Anhang A dargestellt, wie die Herleitung der Bid-Forward-Raten bei öffentlichen Informationen die eine Auf- ($F_t^{\text{bid}}(\phi)$) bzw. eine Abwertung der Auslandswährung ($F_t^{\text{bid}}(-\phi)$) anzeigen.

¹⁵⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 132 ff.

der Tatsache, dass ein Akteur den von ihm gesetzten Preis akzeptiert und Auslandswährung kauft. Die aus den Informationen des Market Makers resultierende bedingte Erwartung bezüglich (ε_{t+1}) beträgt

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, \phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi)(\varepsilon) + \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, \phi)(-\varepsilon). \quad (2.4)$$

Die jeweiligen bedingten Wahrscheinlichkeiten für positive bzw. negative Ausprägungen der privaten Informationen ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi)$ und $\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, \phi)$) werden unter Verwendung der Bayes-Regel berechnet. Es gilt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi) = \frac{\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon)}{\Pr(\text{buy}|\phi)}. \quad (2.5)$$

Die einzelnen Bestandteile der Gleichung 2.5 lassen sich unter Kenntnis der Anteile der Informierten und Uninformierten sowie unter Berücksichtigung deren Verhaltens je nach Ausprägung der öffentlichen und privaten Informationen ermitteln.

Liegen positive öffentliche Informationen vor, werden die Uninformierten am Forwardmarkt als Käufer der Auslandswährung aktiv. Eine positive Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} geht mit Wahrscheinlichkeit q mit einem positiven Signal ξ_t für die Informierten einher, was diese ebenfalls zu Käufen der ausländischen Währung am Forwardmarkt veranlasst. Mit einem Anteil $1 - \alpha$ Uninformierter und einem Anteil α Informierter beläuft sich die Wahrscheinlichkeit für eine Kauforder bei positiver Ausprägung der öffentlichen und privaten Informationskomponenten auf

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi) = 1 - \alpha + \alpha q. \quad (2.6)$$

Da die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für positive und negative Realisationen der privaten Informationskomponente ε_{t+1} gleich hoch ausfallen ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon) = 1/2$) ergibt sich für den Zähler der Gleichung 2.5

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = (1 - \alpha + \alpha q)\frac{1}{2}. \quad (2.7)$$

Für den Nenner gilt

$$\begin{aligned} \Pr(\text{buy}|\phi) &= \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) \\ &\quad + \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon). \end{aligned} \quad (2.8)$$

$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon)$ wurde bereits berechnet (siehe Gleichung 2.7). Zur vollständigen Berechnung des Nenners wird daher lediglich noch die Wahrscheinlichkeit dafür benötigt, dass die Informierten Auslandswährung per Termin kaufen wollen, obwohl die privaten Informationen eine Abwertung der Auslandswährung in der Zukunft anzeigen (also $\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, \phi)$). Zu Käufen durch die Informierten trotz negativer Ausprägung der privaten Informationskomponente kommt es lediglich dann, wenn die Informierten ein falsches Signal erhalten. Dies geschieht mit Wahrscheinlichkeit $1 - q$. Da die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen, werden die Uninformierten als Käufer aktiv.¹⁵⁸ Mit einem Anteil $1 - \alpha$ Uninformierter und dem Anteil α an Informierten, die mit Wahrscheinlichkeit $1 - q$ ein falsches Signal bezüglich ε_{t+1} erhalten, ergibt sich

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, \phi) = 1 - \alpha + \alpha(1 - q). \quad (2.9)$$

¹⁵⁸Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 133.

Da die Realisationen der privaten Informationskomponente ε_{t+1} mit gleich hoher Wahrscheinlichkeit positiv oder negativ ausfallen, ergibt sich für den Nenner der Gleichung 2.5 unter Berücksichtigung der Zusammenhänge in 2.7, 2.8 und 2.9

$$\Pr(\text{buy}|\phi) = (1 - \alpha + \alpha q)\frac{1}{2} + (1 - \alpha + \alpha(1 - q))\frac{1}{2} = 1 - \frac{\alpha}{2}. \quad (2.10)$$

Durch Einsetzen der Gleichungen 2.7 und 2.10 in 2.5 erhält man

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi) = \frac{(1 - \alpha + \alpha q)\frac{1}{2}}{1 - \alpha/2} = \frac{1 - \alpha(1 - q)}{2 - \alpha}. \quad (2.11)$$

Dies entspricht der Wahrscheinlichkeit für eine positive Ausprägung der privaten Informationskomponente unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen und dass ein Akteur die ausländische Währung am Forwardmarkt kauft.

Um die Erwartung des Market Makers bezüglich der privaten Informationskomponente ε_{t+1} entsprechend Gleichung 2.4 berechnen zu können, fehlt noch $\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, \phi)$. Dies entspricht der Wahrscheinlichkeit dafür, dass die private Informationskomponente auf eine Abwertung der Auslandswährung hindeutet, wenn ein Akteur den Kaufpreis für Auslandswährung am Forwardmarkt akzeptiert hat und die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen. Da die Realisationen der privaten Informationskomponente ε_{t+1} entweder positiv oder negativ ausfallen, entspricht dies der Gegenwahrscheinlichkeit zu $\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi)$, so dass folgt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, \phi) = 1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, \phi) = 1 - \frac{(1 - \alpha + \alpha q)\frac{1}{2}}{1 - \alpha/2} = \frac{1 - \alpha q}{2 - \alpha}. \quad (2.12)$$

Unter Verwendung der Gleichungen 2.4, 2.11 und 2.12 lassen sich nun die bedingten Erwartungen des Market Makers bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} berechnen.¹⁵⁹ Diese betragen

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, \phi) = \left(\frac{1 - \alpha + \alpha q}{2 - \alpha}\right)\varepsilon + \left(\frac{1 - \alpha q}{2 - \alpha}\right)(-\varepsilon) = \frac{\alpha}{2 - \alpha}(2q - 1)\varepsilon. \quad (2.13)$$

Liegen am Markt keine privaten Informationen vor, dies ist entweder dann der Fall, wenn der Anteil der Informierten Null beträgt ($\alpha = 0$) oder wenn das Signal bezüglich ε_{t+1} keinen Informationsgehalt aufweist ($q = 1/2$), gilt $E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, \phi) = 0$. Existieren jedoch private Informationen auf dem Devisenmarkt, so fallen die bedingten Erwartungen positiv aus.

Der stochastische Prozess der Ask-Forward-Rate bei positiven öffentlichen Informationen ergibt sich durch Einsetzen von Gleichung 2.13 in Gleichung 2.3

$$F_t^{\text{ask}}(\phi) = S_t \left(1 + \phi + \frac{\alpha}{2 - \alpha}(2q - 1)\varepsilon\right). \quad (2.14)$$

Wie Gleichung 2.14 zeigt, ist die Ask-Forward-Rate in Abwesenheit informierter Akteure ($\alpha = 0$ oder $q = 1/2$) von der privaten Informationskomponente ε vollkommen unabhängig.

¹⁵⁹Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 134.

Kaufordern enthalten unter diesen Umständen keine über die öffentlichen Informationen hinausgehenden Informationen über zukünftige Wechselkursveränderungen. Der Forward-Spot Spread resultiert in diesem Fall ausschließlich aus den öffentlich verfügbaren Informationen. Gilt hingegen $\alpha > 0$ und $q > 1/2$, so steigt der Preis der Auslandswährung am Forwardmarkt mit dem Anteil α informierter Akteure am Devisenmarkt und mit ε .

Entsprechend dem hier dargestellten Lösungsweg lassen sich auch alle weiteren vom Market Maker gesetzten Preise berechnen. Dies betrifft die Ask-Forward-Raten im Fall negativer öffentlicher Informationen ($F_t^{\text{ask}}(-\phi)$) sowie die Bid-Forward-Raten bei positiven ($F_t^{\text{bid}}(\phi)$) und negativen öffentlichen Informationen ($F_t^{\text{bid}}(-\phi)$). Insgesamt ergibt sich

$$F_t^{\text{ask}}(\phi_t) = \begin{cases} S_t \left(1 + \phi + \frac{\alpha}{2 - \alpha} (2q - 1) \varepsilon \right) & \text{für } \phi_t = \phi, \\ S_t (1 - \phi + (2q - 1) \varepsilon) & \text{für } \phi_t = -\phi, \end{cases} \quad (2.15)$$

$$F_t^{\text{bid}}(\phi_t) = \begin{cases} S_t (1 + \phi - (2q - 1) \varepsilon) & \text{für } \phi_t = \phi, \\ S_t \left(1 - \phi - \frac{\alpha}{2 - \alpha} (2q - 1) \varepsilon \right) & \text{für } \phi_t = -\phi. \end{cases}$$

Die vom Market Maker gesetzten Ask-Forward-Raten F_t^{ask} stellen die Preise dar, zu denen er die Auslandswährung am Forwardmarkt verkauft. Die Bid-Forward-Raten F_t^{bid} entsprechen den Preisen, die der Market Maker selbst für den Kauf der Auslandswährung am Forwardmarkt zu zahlen bereit ist. Die in 2.15 abgebildeten Preise zeigen, welche Bedeutung die private Informationskomponente in den unterschiedlichen Marktkonstellationen hat und wie sich diese auf den Forward-Spot Spread auswirkt. Der Faktor $\alpha/(2 - \alpha)$, mit dem die private Informationskomponente in den Fällen multipliziert wird, in denen eine Transaktion in Richtung der öffentlichen Informationen getätigt wird, ist für alle $\alpha < 1$ kleiner als 1. Wird ein Handel getätigt, der entsprechend der öffentlichen Informationen nicht zu erwarten wäre, geht die private Informationskomponente ε stärker in den Forwardkurs ein. Dies ist dann der Fall, wenn die öffentlichen Informationen positiv ausfallen, und ein Akteur die Auslandswährung dennoch verkaufen möchte ($F_t^{\text{bid}}(\phi)$) oder wenn die öffentlichen Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hindeuten und ein Akteur diese am Forwardmarkt zu kaufen wünscht ($F_t^{\text{ask}}(-\phi)$). In diesen Situationen ist das adverse selection Problem für den Market Maker besonders stark ausgeprägt, da die Wahrscheinlichkeit erhöht ist, dass die vom Market Maker erhaltenen Order von einem Informierten stammt. Dies resultiert in einer erhöhten Preisanpassung durch den Market Maker.

2.2.3 Eigenschaften der UIP-Regression

Das Ziel des Modells in Burnside et al. (2009) besteht darin zu klären, ob das adverse selection Problem des Market Makers in einem negativen Steigungsparameter der UIP-Regression resultieren kann. Den Ausgangspunkt der Untersuchung des Verhaltens des Steigungsparameters der Forward Premium Regression bildet die folgende Form der Fama-Regression¹⁶⁰

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} = \delta + \beta \frac{F_t - S_t}{S_t} + \theta_{t+1}. \quad (2.16)$$

¹⁶⁰Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 135 f.

Burnside et al. (2009) zeigen, dass es für das Ergebnis unerheblich ist, ob die Berechnung mit Ask- oder Bid-Preisen oder mit dem Mittelwert aus den beiden Preisen erfolgt.

Die Größe θ_{t+1} stellt einen Störterm dar. Für den Wahrscheinlichkeitsgrenzwert des Steigungsparameters der UIP-Regression 2.16 folgt

$$\text{plim } \hat{\beta} = \frac{\text{Cov}(\Delta S_{t+1}, F_t - S_t)}{\text{Var}(F_t - S_t)} = \frac{\phi}{\phi - (1 - \alpha)(2q - 1)\varepsilon/(2 - \alpha)}. \quad (2.17)$$

Gleichung 2.17 verdeutlicht, dass sich im Fall einer negativen Kovarianz zwischen der zukünftigen Wechselkursänderung und dem Forward-Spot Spread ($\text{Cov}(\Delta s_{t+1}, f_t - s_t)$) ein negativer Steigungsparameter und damit ein Forward Premium Puzzle ergibt.

Ob das für den Market Maker bestehende adverse selection Problem in einer negativen Kovarianz resultiert, hängt vom Verhältnis ϕ zu ε ab. Ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt sich, wenn gilt

$$\phi < \frac{1 - \alpha}{2 - \alpha}(2q - 1)\varepsilon. \quad (2.18)$$

Aus Gleichung 2.17 ist ersichtlich, dass sich im Modell kein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, wenn keine informierten Akteure am Markt aktiv sind. In diesem Fall gilt $q = 1/2$ und der Wahrscheinlichkeitslimes beläuft sich stets auf Eins. Gleiches gilt, wenn alle Akteure informiert sind. Unter dieser Bedingung gilt $\alpha = 1$. Der Wahrscheinlichkeitslimes beträgt auch in diesem Fall Eins. Die Anwesenheit informierter Akteure ($0 < \alpha < 1$ und $q > 1/2$) stellt damit eine notwendige Bedingung dafür dar, dass sich das Puzzle im Modell erzeugen lässt.

Der Effekt der asymmetrischen Informationsverteilung auf die Preissetzung durch den Market Maker und damit auf den Forward-Spot Spread lässt sich intuitiv auch durch den Vergleich der gesetzten Ask-Forward-Raten bei Vorliegen positiver und negativer öffentlicher Information darstellen.¹⁶¹

Von entscheidender Bedeutung ist dabei, dass das adverse selection Problem für den Market Maker immer dann schwächer ausgeprägt ist, wenn er bei positiver öffentlicher Information eine Kauforder bzw. bei negativer öffentlicher Information eine Verkauforder erhält. Warum dies der Fall ist, wird deutlich, wenn man eine Situation betrachtet in der Informierte und Uninformierte aktiv sind ($0 < \alpha < 1$) und in der alle Informierten stets ein korrektes Signal bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} erhalten ($q = 1$).¹⁶² Deuten die öffentlichen Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hin und erhält der Market Maker eine Kauforder, wird diese aus den Reihen der Informierten stammen. Da die Informierten perfekte Signale über die Ausprägung der privaten Informationskomponente erhalten, kann der Market Maker aus der erhaltenen Kauforder mit Sicherheit ableiten, dass für die private Informationskomponente $\varepsilon_{t+1} = \varepsilon$ gilt. Damit ergibt sich in diesem Fall die folgende gesetzte Ask-Forward-Rate

$$F_t^{\text{ask}}(-\phi) = S_t(1 - \phi + \varepsilon).$$

Deuten die öffentlich verfügbaren Informationen hingegen auf eine Aufwertung der Auslandswährung hin ($\phi_t = \phi$), werden neben den Informierten auch die Uninformierten als

¹⁶¹Der Effekt lässt sich auch anhand von Bid-Forward-Raten unter Vorliegen positiver und negativer öffentlicher Information zeigen. Die Schlussfolgerungen bleiben dabei identisch.

¹⁶²Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 137.

Käufer am Forwardmarkt aktiv.¹⁶³ In diesem Fall kann eine Kauforder sowohl von einem Informierten als auch von einem Uninformierten Akteur stammen. Das adverse selection Problem des Market Makers fällt aufgrund dessen geringer aus. Gemäß 2.13 ergibt sich unter Berücksichtigung von $q = 1$ folgende Erwartung des Market Makers bezüglich des privaten Signals ε_{t+1}

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, \phi) = \frac{\alpha}{2 - \alpha} \varepsilon.$$

Die vom Market Maker gesetzte Ask-Forward-Rate beläuft sich in diesem Fall auf

$$F_t^{\text{ask}}(\phi) = S_t \left(1 + \phi + \frac{\alpha}{2 - \alpha} \varepsilon \right).$$

Da der Koeffizient für ε für alle $\alpha < 1$ kleiner als Eins ist, wirkt die private Informationskomponente im Fall positiver öffentlicher Information weniger stark auf die vom Market Maker gesetzte Ask-Rate am Forwardmarkt als im Fall negativer öffentlicher Information. Sofern der Einfluss der privaten Informationskomponente auf die vom Market Maker gesetzte Ask-Forward-Rate im Verhältnis zum Einfluss der öffentlichen Informationen hinreichend hoch ausfällt (in diesem Fall ist die in Gleichung 2.18 abgebildete Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes erfüllt), ergibt sich im Fall positiver öffentlicher Information eine niedrigere Ask-Rate als unter negativen öffentlichen Informationen

$$F_t^{\text{ask}}(\phi) < F_t^{\text{ask}}(-\phi).$$

Obwohl die erwartete Wechselkursänderung am Spotmarkt für $\phi_t = \phi$ positiv und für $\phi_t = -\phi$ negativ ausfällt, verlangt der Market Maker im Fall einer positiven Ausprägung der öffentlichen Informationen eine niedrigere Ask-Forward-Rate.¹⁶⁴ Die Anwesenheit unterschiedlich informierter Akteure und das daraus resultierende adverse selection Problem des Market Makers resultiert damit in einer negativen Kovarianz zwischen der zukünftigen Wechselkursänderung und dem Forward-Spot Spread, was mit einem negativen Steigungsparameter der UIP-Regression einhergeht.

Für das Auftreten des Puzzles ist damit die in Gleichung 2.18 angegebene Bedingung entscheidend.¹⁶⁵ Das Puzzle tritt lediglich dann auf, wenn die Prognostizierbarkeit von Wechselkursänderungen auf Grundlage öffentlicher Informationen im Verhältnis zur Prognostizierbarkeit von Wechselkursänderungen auf Grundlage privater Informationen recht gering ausfällt. Diese Bedingung wird der Tendenz nach von den in Kapitel 2.1 gewürdigten Arbeiten zur Marktmikrostruktur unterstützt. Hier sind zum Beispiel die Arbeiten von Evans und Lyons (2002) oder von Payne (2003) zum Strong Flow Centric View zu erwähnen. Die Ergebnisse der Arbeiten sind kompatibel mit der Sichtweise, dass der überwiegende Teil von Wechselkursänderungen auf private Informationen zurückzuführen ist.

Ihre theoretischen Ergebnisse illustrieren Burnside et al. (2009) anhand eines numerischen Beispiels.¹⁶⁶ Hier zeigt sich, dass die Ergebnisse durchaus robust sind. Weder muss im Modell eine übermäßig hohe Volatilität des Forward-Spot Spreads angenommen werden, noch muss der Anteil der Informierten unrealistisch hoch ausfallen um das Forward Premium Puzzle abbilden zu können. Schon 1/6 der tatsächlich in den Daten zu beobachteten Volatilität der Spreads genügen, um unter der Annahme, dass sich der Anteil der Informierten auf $\alpha = 0,0001$ beläuft, ein Forward Premium Puzzle zu erzeugen.

¹⁶³Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 137.

¹⁶⁴Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 137.

¹⁶⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 137.

¹⁶⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 140 f.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die von Burnside et al. (2009) erhaltenen Ergebnisse darauf hindeuten, dass das Forward Premium Puzzle am Devisenmarkt durchaus aus einem adverse selection Problem des Market Makers resultieren kann. Unter der Annahme, dass ein Teil der Akteure am Devisenmarkt besser informiert ist als der Market Maker, lässt sich im Modell für den Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der Forward Premium Regression ein negativer Wert erzeugen. Von entscheidender Bedeutung für ein Puzzle ist dabei, dass der Market Maker sich einem größeren adverse selection Problem gegenüber sieht, wenn Akteure gegen die öffentlichen Informationen handeln und dass der Einfluss der privaten Informationskomponente auf den Wechselkurs relativ zum Einfluss der öffentlichen Informationen hinreichend hoch ausfällt.¹⁶⁷

2.3 Erforderliche Erweiterungen zur Erklärung des Forward Premium Puzzles über adverse Selektion

Im Modell nach Burnside et al. (2009) lässt sich das Forward Premium Puzzle abbilden, ohne dass dazu unrealistisch hohe Anteile informierter Händler unterstellt werden müssen. Das Modell ist vor allem deshalb interessant weil es neben der Tatsache, dass der Handel am Devisenmarkt in Form von dezentralisierten over the counter Geschäften über Market Maker abläuft auch berücksichtigt, dass am Markt nicht alle Akteure identisch informiert sind.

Dennoch sind einige Annahmen des Modells kritisch zu hinterfragen. Erstens wird im Modell unterstellt, dass die Uninformierten auf Basis öffentlicher Informationen Transaktionen am Forwardmarkt durchführen. Zweitens beschränkt sich das Modell auf den Forwardmarkt und vernachlässigt damit den vorausschauenden Charakter des Wechselkurses. Drittens werden lediglich Akteure berücksichtigt, die ihre Transaktionen von Informationen über Fundamentaldaten abhängig machen. Dass darüber hinaus auch Akteure aktiv sind, die ihre Transaktionen auf Noise begründen (zum Beispiel technische Analysemethoden), wird im Rahmen des Modells nicht betrachtet.

2.3.1 Handelsstrategie der Uninformierten

Burnside et al. (2009) nehmen an, dass die Uninformierten ihre Käufe und Verkäufe ausländischer Währung von öffentlichen Informationen abhängig machen. Unter Berücksichtigung der Definition öffentlicher Informationen nach French und Roll (1986) als Informationen, die im Moment der Veröffentlichung für alle Akteure beobachtbar sind und sich sofort im Preis niederschlagen, ohne dass Akteure diese im Rahmen von Transaktionen ausnutzen können, ist dieses Vorgehen allerdings zu hinterfragen. Da öffentliche Informationen im Moment der Veröffentlichung im Preis enthalten sind, bieten sie keinen Informationsvorsprung.¹⁶⁸ Transaktionen auf Grundlage der öffentlichen Informationen werden daher nicht in positiven Rückflüssen resultieren. Aus diesem Grund ist eher davon auszugehen, dass Akteure nicht versuchen werden, diese Informationen im Rahmen ihrer Transaktionen auszunutzen.

Diese Schlussfolgerungen finden sich in einer Vielzahl von Arbeiten zur Marktmikrostruktur wieder. Auf öffentlichen Informationen begründete Transaktionen am Aktienmarkt

¹⁶⁷Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 129.

¹⁶⁸Siehe hierzu zum Beispiel Lyons (2001), S. 128 oder Evans und Lyons (2002), S. 2406.

versprechen nach Hasbrouck (1991) keinerlei Gewinne, da der Market Maker die gesetzten Preise im Moment des Bekanntwerdens der Information sofort an diese anpasst. Erhalten alle Akteure am Markt identische Informationen und wird in dieser Konstellation eine Handelsmöglichkeit publik, die positive Rückflüsse verspricht, passt der Market Maker seine Preise augenblicklich an die neue Information an. Die Möglichkeit positiver Rückflüsse wird auf diese Weise zunichtegemacht.¹⁶⁹ Madhavan et al. (1997) argumentieren in ihrem Marktmikromodell zum US-Aktienmarkt auf eine ähnliche Weise. Auch sie unterstellen, dass öffentliche Informationen ohne Transaktionen in die Preise am Aktienmarkt einfließen. Da die Preise die Informationen in diesem Fall bereits enthalten, wenn ein Handel auf Grundlage dieser Informationen durchgeführt werden soll, gehen die Geschäfte auch hier nicht mit positiven Rückflüssen einher.

Den beschriebenen Zusammenhang zwischen öffentlichen Informationen und den Preisen von Vermögensgegenständen weisen Fleming und Remolona (1999) für den U.S. Treasury Markt empirisch nach. In ihrer Arbeit zeigen sie, dass die Preise am U.S. Treasury Markt innerhalb kürzester Zeit auf relevante öffentliche Informationen reagieren.¹⁷⁰ Der Umsatz am Markt geht im gleichen Zeitraum drastisch zurück. Die starke Reaktion der Preise auf die News kann daher nicht auf durch die News ausgelöste Transaktionen zurückgehen. Die Ergebnisse dieser Arbeit erscheinen vor allem deshalb interessant, weil die Struktur des U.S. Treasury Marktes durchaus Ähnlichkeiten mit der Struktur des Devisenmarktes aufweist. Bei beiden Märkten handelt es sich um over the counter Märkte auf denen der Handel über Market Maker abgewickelt wird. Bid-Ask Spreads sind auf beiden Märkten nicht reglementiert und können daher von den Market Makern festgelegt werden.

Die Annahme, dass öffentliche Informationen den Preis des Vermögensgegenstandes ohne Transaktionen beeinflussen, findet auch in Untersuchungen des Devisenmarktes Anwendung, die auf dem Mikrostrukturansatz basieren. So unterstellen beispielsweise Evans und Lyons (2008) in ihrem Modell, dass öffentlich verfügbare Informationen zwar einen Effekt auf den Wechselkurs haben, dass dieser aber nicht auf Order Flow und damit nicht auf Transaktionen zurückgeht. Ein Handeln auf Grundlage öffentlicher Informationen findet demnach auch hier nicht statt. Ähnlich argumentieren Evans und Lyons (2002) auch in dem in Abschnitt 2.1 beschriebenen Modell. Die Ordern der Kunden in der ersten der drei unterstellten täglichen Handelsrunden gehen auch hier nicht auf die öffentlich beobachtbaren Informationen zurück.

Die Definition öffentlicher Informationen aus French und Roll (1986) sowie die Ergebnisse in Hasbrouck (1991), Madhavan et al. (1997) sowie Fleming und Remolona (1999) deuten an, dass sich öffentliche Informationen so schnell im Preis niederschlagen, dass die Händler keine Möglichkeit bekommen, die Informationen am Markt für sich auszunutzen. Das im Rahmen des von Burnside et al. (2008) entwickelten Modells unterstellte Handeln der Uninformierten auf Grundlage der öffentlichen Informationen ist darüber hinaus aufgrund eines weiteren Zusammenhangs auch rein intuitiv zu hinterfragen. Im Modell wird angenommen, dass dem Market Maker bekannt ist, dass am Markt informierte und uninformierte Akteure handeln und wie sich die Gruppen in unterschiedlichen Marktkonstellationen verhalten, d.h. was sie zu Käufen oder Verkäufen der Auslandswährung veranlasst. Das Modell trifft keinerlei Annahmen darüber, dass die Anwesenheit der Informierten lediglich dem Market Maker und den Informierten selbst bekannt ist. Daher ist anzunehmen, dass auch die Uninformierten wissen, dass neben ihnen eine weitere Gruppe von Akteuren existiert und dass diese Gruppe systematisch überlegene Informationen erhält, die sie in Geschäften mit

¹⁶⁹ Vgl. Hasbrouck (1991), S. 190.

¹⁷⁰ Vgl. hierzu und zum Folgenden Fleming und Remolona (1999), S. 1906 ff.

dem Market Maker ausnutzt. In diesem Fall wissen die Uninformierten auch, dass für den Market Maker ein adverse selection Problem besteht und dass er die gesetzten Preise am Devisenmarkt anpassen wird, um die Verluste aus den Geschäften mit Informierten über Gewinne aus Geschäften mit Uninformierten decken zu können. Da der Market Maker die öffentlichen Informationen augenblicklich in den Wechselkurs einfließen lässt, versprechen diese für die Uninformierten keinerlei Vorteil. Käufe bzw. Verkäufe der Auslandswährung gehen für die Uninformierten in diesem Fall aufgrund der vom Market Maker im Zuge des adverse selection Problems angepassten Preise im Erwartungswert mit Verlusten einher. Dies sollte im Umkehrschluss dazu führen, dass sich die Uninformierten aus dem Handel am Devisenmarkt zurückziehen. Der Market Maker wird auf diese Weise der Möglichkeit beraubt, die ihm aus dem Handel mit den Informierten bestehenden Verluste über Geschäfte mit Uninformierten auszugleichen. Dies führt letztlich, wie von Akerlof (1970) unterstellt, zum Zusammenbruch des Marktes.

Die Tatsache, dass der Handel am Devisenmarkt nicht zusammenbricht, deutet darauf hin, dass die Uninformierten aus anderweitigen Motiven als Käufer oder Verkäufer der Auslandswährung tätig werden. Die durch die Uninformierten durchgeführten Transaktionen lassen sich dabei zum Beispiel auf Hedgingvorhaben zurückführen. Allerdings begründen die Uninformierten ihre Käufe und Verkäufe dabei mit großer Wahrscheinlichkeit nicht auf öffentliche Informationen. Das in Kapitel 3 dieser Arbeit entwickelte Modell unterstellt, dass die Uninformierten die Auslandswährung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% kaufen oder verkaufen. Die Wahrscheinlichkeit für Käufe oder Verkäufe ist damit von den öffentlichen Informationen vollkommen unabhängig.

2.3.2 Die Rolle des Spotmarktes

Ein weiterer anzuührender Kritikpunkt besteht darin, dass das Modell das adverse selection Problem des Market Makers ausschließlich auf den Forwardmarkt beschränkt und damit den vorausschauenden Charakter des Wechselkurses vernachlässigt.¹⁷¹ Es stellt sich die Frage, aus welchem Grund die besser informierten Akteure ausschließlich am Forwardmarkt tätig werden sollten.

Unter Berücksichtigung der Annahmen des Ansatzes der Marktmikrostruktur gelangen private Informationen durch Transaktionen in den Wechselkurs. Der Mikrostrukturansatz argumentiert hier, dass der durch den Handel ausgelöste Order Flow die Informationen in den Preis einfließen lässt. Kauft ein besser informierter Akteur in t ausländische Währung am Forwardmarkt, da er private Informationen über relevante Fundamentaldaten in $t + m$ erhalten hat, so wird diese Information durch den mit der Transaktion verbundenen Order Flow für die übrigen Marktteilnehmer ersichtlich. Auf diese Weise wird die Information bereits im Zeitpunkt t den Kurs am Spotmarkt beeinflussen. Wäre dies nicht der Fall, gäbe es im Zeitpunkt $t + m$ einen vorhersagbaren Sprung im Wechselkurs. Die private Information ist damit nach den Transaktionen der Informierten sowohl in den Preisen am Spot- als auch am Forwardmarkt enthalten. Damit ist es dem Market Maker weder am Spot- noch am Forwardmarkt möglich das ihm entstandene Problem im Form von Verlusten aus den Geschäften mit informierten Akteuren im Sinne des Hot Potatoe Tradings an einen Uninformierten weiterzugeben.¹⁷² Vielmehr findet das Hot Potatoe Trading in diesem Fall

¹⁷¹Zur Erwartungsbestimmtheit des Wechselkurses siehe zum Beispiel Engel et al. (2007).

¹⁷²Im Sinne des Hot Potatoe Tradings versucht der Market Maker in der Folge einer Transaktion eine für ihn nachteilige Position an andere Market Maker oder einen anderen Akteur am Devisenmarkt weiterzugeben (Vgl. hierzu zum Beispiel Burnham (1991)). Wie Lyons (1997) zeigt, ist diese Verhalten

vornehmlich unter den Market Makern selbst statt.

Die Preise am Spot- und Forwardmarkt enthalten aufgrund des auf die privaten Informationen zurückgehenden Order Flows die gleichen Informationen. Für die Informierten ergibt sich damit keinerlei Vorteil, wenn sie ihren überlegenen Informationsstand ausschließlich in Geschäften am Forwardmarkt auszunutzen versuchen. Daher ist davon auszugehen, dass die Informierten auch am Spotmarkt aktiv sind. In diesem Fall sieht sich der Market Maker am Spotmarkt mit dem gleichen adverse selection Problem konfrontiert wie am Forwardmarkt.

Dass Informierte nicht am Spotmarkt aktiv sind, erscheint auch deshalb fragwürdig, weil am Spotmarkt der bedeutendste Teil des Devisenhandels stattfindet. Wie die Erhebung der Bank for International Settlements aus dem Jahr 2010 verdeutlicht, hat der Umsatz am Devisenmarkt in den vergangenen 18 Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Dabei fällt insbesondere der Umsatz am Spotmarkt hoch aus und macht einen deutlich größeren Anteil der Geschäfte am Devisenmarkt aus als der Umsatz am Forwardmarkt.

	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010
Aggregierter Turnover	820	1.190	1.529	1.239	1.934	3.324	3.981
Spotgeschäfte	394	494	568	386	631	1.005	1.490
Forwardgeschäfte	58	97	128	130	209	362	475
bis zu 7 Tage Laufzeit	k.A.	50	65	51	92	154	219
über 7 Tage Laufzeit	k.A.	46	62	80	116	208	256
Devisenmarktswaps	324	546	734	656	954	1.714	1.765
bis zu 7 Tage Laufzeit	k.A.	382	528	451	700	1.329	1.304
über 7 Tage Laufzeit	k.A.	162	202	204	252	383	459

Tabelle 2.1: Entwicklung des durchschnittlichen Tagesumsatzes am Devisenmarkt in Milliarden US-Dollar. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bank for International Settlements (2007, 2010)).

Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die Entwicklungen der täglichen Umsätze zwischen 1992 und 2010. Die Tabelle beschränkt sich dabei auf die wichtigsten Segmente des Devisenhandels.¹⁷³ Zwischen 2007 und 2010 nahm der Umsatz am Spotmarkt um 48% zu und macht damit einen Anteil von 37% des Gesamtumsatzes am Devisenmarkt aus. Der gesamte Anstieg des Handels am Devisenmarkt zwischen 2007 und 2010 lässt sich zu rund 3/4 auf den Anstieg des Handels am Spotmarkt zurückführen. Der Umsatz am Forwardmarkt ist im gleichen Zeitraum hingegen nur um rund 30% gestiegen.

Die Tatsache, dass der größte Teil des Devisenhandels am Spotmarkt stattfindet, lässt darauf schließen, dass Informierte auch am Spotmarkt aktiv sind. In diesem Fall sieht sich der Market Maker am Spotmarkt dem gleichen Problem adverser selection gegenüber wie am Forwardmarkt, so dass der Spotmarkt im Modell berücksichtigt werden sollte. Dies ist in dem im Hauptkapitel entwickelten Modell der Fall.

der Market Maker aus theoretischer Sicht durchaus rational. Darüber hinaus belegen die empirischen Ergebnisse in Lyons (1996) die Präsenz von Hot Potatoe Trading am Devisenmarkt.

¹⁷³Eine detailliertere Tabelle findet sich in Bank for International Settlements (2010), S. 7.

2.3.3 Erfasste Akteure

Neben der Handelsstrategie der Uninformierten und der Tatsache, dass das Modell in Burnside et al. (2009) das adverse selection Problem des Market Makers lediglich am Forwardmarkt betrachtet, ist darüber hinaus kritisch anzumerken, dass sich das Modell auf Akteure beschränkt, die ihre Transaktionen auf Informationen bezüglich relevanter Fundamentaldaten stützen. Eine Vielzahl empirischer Untersuchungen belegt allerdings, dass am Devisenmarkt auch Noise Trader und hier insbesondere technische Analysten eine bedeutende Rolle spielen und dass technische Analyseverfahren dabei eine durchaus profitable Handelsstrategie darstellen.¹⁷⁴

Inwieweit professionelle Devisenhändler ihre Transaktionen von unterschiedlichen Strategien abhängig machen ist Gegenstand der Untersuchung in Menkhoff (1998). Anhand einer Befragung unter professionellen Devisenhändlern deutscher Banken und Vermögensverwalter belegt Menkhoff (1998), dass technische Analyseverfahren von den Händlern als nahezu ebenso wichtig eingestuft werden wie fundamentale Analyseverfahren. Von den 205 Händlern, die den Fragebogen beantworteten, gaben 103 an, ihre Transaktionen eher auf fundamentale Analyseverfahren zu begründen. Die restlichen 102 gaben hingegen an, auf technische Prognoseverfahren und die Beobachtung des Order Flows am Devisenmarkt zurückzugreifen. Die im Rahmen einer Weiterentwicklung der Arbeit von Menkhoff (1998) erhaltenen Ergebnisse von Gehrig und Menkhoff (2006) untermauern diese Ergebnisse. Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass die Bedeutung technischer Analyseverfahren deutlich zugenommen hat.¹⁷⁵ Während der Anteil der technischen Analysten in der Befragung von Menkhoff (1998) noch rund 28% der Befragten ausmacht, steigt ihr Anteil in der Befragung von Gehrig und Menkhoff (2006) auf 36%. Der Anteil der Fundamentalisten geht hingegen von 50% auf lediglich 30% zurück.

In Anlehnung an die Arbeiten von Menkhoff (1998) und Gehrig und Menkhoff (2006) untersucht auch Oberlechner (2001) die Bedeutung unterschiedlicher Prognoseverfahren für den Handel am Devisenmarkt. Insgesamt unterstützen die Erkenntnisse aus Oberlechner (2001) die Ergebnisse früherer Studien. Auch er kommt zu dem Schluss, dass technische Analyse eine weitverbreitete Methode zur Wechselkursprognose darstellt. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass lediglich ein sehr kleiner Anteil der Devisenhändler seine Transaktionen ausschließlich auf die fundamentale oder technische Analyse stützt. Technische und fundamentale Analysten treten am Devisenmarkt demnach nicht zwangsläufig als getrennte Gruppen auf. Vielmehr ist es möglich, dass Devisenhändler eine Mischung aus technischer und fundamentaler Analyse nutzen um den Wechselkurs zu prognostizieren. In welchem Ausmaß die eine oder die andere Methode herangezogen wird, hängt den Ergebnissen zufolge davon ab, über welchen Zeitraum der Wechselkurs prognostiziert werden soll. Während kürzere Prognosezeiträume eher von der technischen Analyse geprägt werden, bestimmt die fundamentale Analyse eher die längeren Prognosehorizonte.

Eine weitere erwähnenswerte Arbeit zur Bedeutung der technischen Analyse stellt die Arbeit von Lui und Mole (1998) dar. Die im Rahmen dieser Studie erhaltenen Ergebnisse weisen darauf hin, dass ein Großteil der Devisenhändler bei der Entscheidungsfindung auf eine Mischung aus fundamentaler und technischer Analyse zurückgreift.¹⁷⁶ Bei kurz-

¹⁷⁴Die Profitabilität technischer Analyseverfahren wird beispielsweise in den Arbeiten von Dooley und Shafer (1983), Sweeney (1986), Levich und Thomas (1993), Taylor (1994), Neely et al. (1997), Maillet und Michel (2000), Dueker und Neely (2007) sowie von Neely et al. (2007) belegt.

¹⁷⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Gehrig und Menkhoff (2006), S. 332 f.

¹⁷⁶Vgl. hierzu und zum Folgenden Lui und Mole (1998), S. 544.

fristigen Entscheidungen nutzen sie eher technische Verfahren, wohingegen längerfristige Entscheidungen weitestgehend fundamentalbasiert sind. Die meistgenutzten technischen Analyseverfahren sind den Ergebnissen der Befragung zufolge Moving Averages und ähnliche Trendfolgesysteme. Bei den fundamentalen Faktoren dominieren Zinsdaten. Aus diesen Ergebnissen schließen Lui und Mole (1998) letztlich, dass eine erfolgreiche Teilnahme am Devisenmarkt die Kenntnis technischer Analyseverfahren voraussetzt. „First, since professional traders do not trade purely on the basis of the economic fundamentals, but also take account of market movements generated by 'noise trading', knowledge of technical analysis is essential to anyone who wants to participate successfully in the foreign exchange market”¹⁷⁷.

Die hier aufgeführten Kritikpunkte werden in dem in dieser Arbeit entwickelten Modell aufgegriffen. Darin wird explizit berücksichtigt, dass Transaktionen auf Grundlage öffentlicher Informationen entsprechend der Definition öffentlicher Informationen nach French und Roll (1986) nicht zu erwarten sind. Aus diesem Grund werden uninformierte Akteure im Modell zwar berücksichtigt, sie begründen ihre Transaktionen aber nicht auf öffentlichen Informationen. Vielmehr kaufen die Uninformierten die ausländische Währung unabhängig von öffentlichen Informationen mit einer Wahrscheinlichkeit von 50%. Darüber hinaus berücksichtigt das Modell die wichtige Rolle des Spotmarktes. Anders als in Burnside et al. (2009) ist das adverse selection Problem des Market Makers damit nicht auf den Forwardmarkt begrenzt. Da Noise Trading, und hier insbesondere technische Analyseverfahren, den Ergebnissen einer Vielzahl empirischer Untersuchungen zufolge unter Devisenhändlern durchaus Verwendung finden, werden in dem hier entwickelten Modell neben den informierten und uninformierten Akteuren auch Noise Trader bzw. technische Analysten berücksichtigt.

¹⁷⁷Siehe Lui und Mole (1998), S. 544.

Kapitel 3

Erweitertes Modell zur Erklärung des Forward Premium Puzzles unter Berücksichtigung adverser Selektion

Die im ersten Kapitel dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse belegen, dass traditionelle Modelle das Forward Premium Puzzle nicht oder nur unvollständig erklären können. Als möglicher Grund dafür wurde angeführt, dass die Modelle den Devisenmarkt als idealisierten walrasianischen Markt modellieren, auf dem alle Akteure den gleichen Informationsstand aufweisen. Tatsächlich handelt es sich beim Devisenmarkt vielmehr um einen dezentralisierten over the counter Markt, auf dem der Handel über Market Maker abgewickelt wird und auf dem unterschiedliche Arten von Akteuren mit unterschiedlichen Informationsständen und Handelsstrategien aktiv sind. Diese spezielle Struktur des Devisenmarktes wird explizit in dem im zweiten Kapitel der vorliegenden Arbeit dargestellten Modell von Burnside et al. (2009) berücksichtigt. Die Autoren unterstellen darin in Anlehnung an den Mikrostrukturansatz nach Glosten und Milgrom (1985), dass am Markt unterschiedlich informierte Akteure aktiv sind. Für den Market Maker besteht im Modell ein adverse selection Problem, da der von ihm im Vorfeld der Transaktionen gesetzte Preis sowohl von einem Informierten als auch von einem Uninformierten akzeptiert werden kann. Das Problem kommt dadurch zustande, dass Informierte systematisch Preise ausnutzen, die für den Market Maker in erwarteten Verlusten resultieren. Daher muss er die Preise entsprechend anpassen, um die Verluste aus den Geschäften mit Informierten über Gewinne aus Geschäften mit Uninformierten auszugleichen. Die vom Market Maker gesetzten Preise entsprechen damit nicht den unbedingten Erwartungen bezüglich des zukünftigen Wechselkurses am Spotmarkt, sondern den bedingten Erwartungen, wobei die Tatsache, dass ein Akteur den vom Market Maker gesetzten Kurs akzeptiert bereits in die Erwartungsbildung einfließt. Obwohl noch keine Transaktionen stattgefunden haben, berücksichtigt der Market Maker damit bereits im Moment der Preissetzung, dass sein Gegenüber bereit ist, zu dem gesetzten Preis zu handeln. Die Handelsstrategien der informierten und uninformierten Akteure führen im Modell zu einem adverse selection Problem für den Market Maker, was im Modell in Burnside et al. (2009) im Forward Premium Puzzle resultieren kann.

Dabei ist allerdings kritisch anzumerken, dass das Modell in Burnside et al. (2009) das Problem adverser Selektion auf den Forwardmarkt beschränkt und so den Handel am Spotmarkt, der den größten Anteil des Handels am Devisenmarkt ausmacht, unberück-

sichtigt lässt. Damit vernachlässigen die Autoren den vorausschauenden Charakter des Wechselkurses. Die Informierten begründen ihre Transaktionen stets auf privaten, überlegenen Informationen. Der durch die Transaktionen der Informierten ausgelöste Order Flow fungiert im Sinne der Mikrostrukturanalyse als Transmissionsmechanismus über den die Informationen in den Preis gelangen.¹⁷⁸ Demnach sind die Informationen im Anschluss an die Transaktionen der Informierten für alle Akteure ersichtlich. In diesem Fall enthalten die Preise am Spot- und Forwardmarkt allerdings die gleichen Informationen, so dass sich der Market Maker am Spot- und Forwardmarkt dem gleichen Problem gegenüberstellt.

Darüber hinaus ist die im Modell angenommene Handelsstrategie der Uninformierten zu hinterfragen. Diese werden auf Grundlage öffentlicher Informationen als Käufer oder Verkäufer der Auslandswährung aktiv. French und Roll (1986) definieren öffentliche Informationen allerdings als Informationen, die so schnell im Preis enthalten sind, dass den Akteuren ein Handeln auf deren Grundlage keinerlei Vorteil verspricht. Eine Vielzahl empirischer Arbeiten belegt, dass sich relevante News sehr schnell im Wechselkurs niederschlagen und dass der auf News zurückgehende Teil des Order Flows eher aus privaten als aus öffentlichen Informationen resultiert.¹⁷⁹

Ein weiterer Kritikpunkt am Modell in Burnside et al. (2009) ergibt sich daraus, dass das Modell mit Informierten und Uninformierten lediglich zwei Arten von Akteuren berücksichtigt. Wie eine Vielzahl empirischer Untersuchungen zeigt, spielen am Devisenmarkt allerdings auch Noise Trader eine wichtige Rolle.¹⁸⁰

Das im Folgenden entwickelte Modell baut auf den Modellen nach Glosten und Milgrom (1985) und Burnside et al. (2009) auf. Dabei kombiniert es das in Glosten und Milgrom (1985) und Burnside et al. (2009) betrachtete adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den informierten Akteuren mit Elementen des Portfolio Shifts Modells nach Evans und Lyons (2002). Neben den informierten Akteuren und den uninformierten Liquidity Tradern werden im Modell zusätzlich auch technische Analysten (diese werden im weiteren Verlauf der Arbeit als Noise Trader bezeichnet) erfasst. Aufgrund der Anwesenheit der Noise Trader sieht sich der Market Maker mit einem weiteren adverse selection Problem konfrontiert. Dieses geht darauf zurück, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader einen möglichen Effekt auf den Wechselkurs haben, was der Market Maker im Rahmen der Preissetzung ebenso berücksichtigen muss, wie das Verhalten der informierten Akteure. Anders als im Modell nach Burnside et al. (2009) begründen die uninformierten Liquidity Trader ihr Handeln im hier entwickelten Modell nicht auf den öffentlichen Informationen, sondern kaufen die Auslandswährung unabhängig von den öffentlichen Informationen mit einer Wahrscheinlichkeit von 50%. Darüber hinaus beschränkt sich das Modell nicht auf die Betrachtung des Forwardmarktes. Vielmehr wird berücksichtigt, dass sich der Market Maker aufgrund des vorausschauenden Charakters des Wechselkurses am Spot- und Forwardmarkt den gleichen adverse selection Problemen gegenüberstellt.

Die Ergebnisse des Modells deuten darauf hin, dass weder die Informierten noch die Noise Trader das Forward Premium Puzzle allein hervorrufen. Vielmehr kommt es darauf an,

¹⁷⁸Siehe hierzu zum Beispiel die Arbeiten von Lyons (1995), Yao (1997), Ito et al. (1998), Evans und Lyons (1999), Cheung und Wong (2000), Cai et al. (2001), Covrig und Melvin (2002), Payne (2003) oder auch von Albuquerque et al. (2008).

¹⁷⁹Siehe hierzu zum Beispiel die Arbeiten von Evans und Lyons (2007), Love und Payne (2008) oder auch von Evans und Lyons (2008).

¹⁸⁰Siehe hierzu zum Beispiel die Arbeiten von Frankel und Froot (1988), Taylor und Allen (1992), Neely et al. (1997), Lui und Mole (1998), Menkhoff (1998), Cheung und Wong (2000), Oberlechner (2001) sowie von Gehrig und Menkhoff (2006).

dass das Handeln der Noise Trader das für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehende adverse selection Problem zeitlich schwanken lässt. Da die Noise Trader in unterschiedlichen Marktkonstellationen mehr oder weniger umfangreich am Devisenmarkt aktiv sind, schwankt der relative Marktanteil der informierten Akteure und damit das für den Market Maker gegenüber diesen bestehende adverse selection Problem, was sich wiederum im vom Market Maker gesetzten Preis niederschlägt.¹⁸¹

Im folgenden Abschnitt wird zunächst der gleichgewichtige Wechselkurs unter vollständiger Information hergeleitet. Daraufaufgehend werden sowohl die für den Market Maker bestehenden adverse selection Probleme am Spot- und Forwardmarkt als auch die daraus resultierenden Konsequenzen für die von ihm gesetzten Ask- und Bid-Preise am Spot- und Forwardmarkt dargestellt. Das dritte Unterkapitel zeigt letztlich, welchen Effekt das Verhalten der unterschiedlichen Marktteilnehmer auf den Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression hat.

3.1 Modellierung des gleichgewichtigen Wechselkurses bei vollständiger Information

Das Modell berücksichtigt, dass es sich beim Devisenmarkt um einen dezentralisierten over the counter Markt handelt und dass der gesamte am Devisenmarkt stattfindende Handel über Market Maker läuft. Der vom Market Maker wahrgenommene stochastische Prozess des Wechselkurses, gemessen in Einheiten heimischer Währung pro Einheit Auslandswährung, lautet¹⁸²

$$s_t = (1 - \psi)X_t + \psi E_t(s_{t+1}), \quad \text{mit } 0 < \psi < 1. \quad (3.1)$$

Dies entspricht dem gleichgewichtigen Wechselkurs bei vollständiger Information. Darin gibt s_t den logarithmierten Wechselkurs in Preisnotierung an. Die in X_t zusammengefassten Fundamentalvariablen beeinflussen den Wechselkurs in direkter Weise. Der Diskontierungsfaktor ψ entspricht $h/(1+h)$, wobei h die Semi-Elastizität der Geldnachfrage darstellt.

Prozesse der Form 3.1 lassen sich aus konventionellen Wechselkursmodellen unter Berücksichtigung der ungedeckten Zinsparität unter Vernachlässigung von Risikoprämien herleiten. Unter Ausschluss von Bubbles ergibt sich für Gleichung 3.1 die folgende Lösung in die Zukunft

$$s_t = (1 - \psi)E_t\left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j X_{t+j}\right). \quad (3.2)$$

Der Market Maker sieht sich im Modell mit Informierten, Noise Tradern und uninformierten Liquidity Tradern drei unterschiedlichen Gruppen von Akteuren gegenüber. Dabei wird angenommen, dass ein Anteil α der Akteure private, überlegene Informationen erhält. Die Gruppe der Noise Trader macht einen Anteil von β des Marktes aus. Diese Akteure stützen ihr Handeln am Markt annahmegemäß auf technische Analyseverfahren. Der Anteil der Liquidity Trader entspricht damit $1 - \alpha - \beta$. Diese kaufen die Auslandswährung mit

¹⁸¹Je mehr Noise Trader am Devisenmarkt tätig sind, desto geringer der relative Marktanteil der besser informierten Devisenhändler und umgekehrt.

¹⁸²Diese Art der Present Value Beziehung für den Wechselkurs ergibt sich zum Beispiel aus dem monetären Ansatz zur Wechselkursbestimmung unter Berücksichtigung der Zinsparität ohne Risikoprämien (Vgl. hierzu zum Beispiel die in Engel et al. (2007) diskutierten konventionellen Present Value Modelle.).

einer Wahrscheinlichkeit von 50%. Die Annahme unterschiedlich informierter Akteure gilt sowohl auf dem Spot- als auch auf dem Forwardmarkt. Das Modell berücksichtigt, dass sich die Anteile der einzelnen Gruppen auf dem Spot- und Forwardmarkt unterscheiden können. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Anteile der Informierten am Spot- und Forwardmarkt mit α_s beziehungsweise α_f angegeben. Die Anteile der Noise Trader auf dem Spot- und Forwardmarkt entsprechen β_s und β_f .

Die im Modell betrachteten Informationsasymmetrien zwischen den Market Makern und den informierten Akteuren betreffen die in den Gleichungen 3.1 und 3.2 durch X angegebenen Fundamentalvariablen mit Relevanz für den Wechselkurs. Diese setzen sich wie folgt zusammen

$$X_t = X_{p,t} + X_{d,t} + X_{c,t}.$$

Die Innovationen der Variablen $X_{p,t}$ und $X_{d,t}$ entsprechen

$$\begin{aligned} \Delta X_{p,t} &= e_p & \text{mit Wahrscheinlichkeit} & 1/2, \\ \Delta X_{p,t} &= -e_p & \text{mit Wahrscheinlichkeit} & 1/2, \end{aligned} \quad (3.3)$$

mit $e_p > 0$ und

$$\begin{aligned} \Delta X_{d,t} &= e_d & \text{mit Wahrscheinlichkeit} & 1/2, \\ \Delta X_{d,t} &= -e_d & \text{mit Wahrscheinlichkeit} & 1/2, \end{aligned} \quad (3.4)$$

mit $e_d > 0$.

Dabei steht $X_{p,t}$ für die öffentlich verfügbaren Informationen bezüglich der Fundamentaldaten. Die Realisationen der öffentlichen Informationen sind allen Marktakteuren bekannt und beeinflussen den Wechselkurs ohne jegliche Art von Transaktionen.¹⁸³

Die Größe $X_{d,t}$ stellt die privaten Informationen bezüglich der relevanten Fundamentalvariablen dar.¹⁸⁴ Die Innovationen dieser Komponente des Fundamentals sind lediglich den informierten Akteuren bekannt. Die Käufe und Verkäufe von Auslandswährung durch die Informierten hängen ausschließlich von den privaten Informationen ab. Positive private Informationen veranlassen die Informierten zu Käufen der Auslandswährung, wohingegen negative private Informationen zu Verkäufen führen. Durch die Transaktionen der Informierten und den dadurch ausgelösten Order Flow gelangen die privaten Informationen in den Preis.

Da der Wechselkurs im Modell in Preisnotierung dargestellt ist, gehen positive Realisationen der Größen e_p und e_d mit einer Aufwertung der Auslandswährung einher. Negative Realisationen implizieren demnach eine Abwertung der Auslandswährung.

Die letzte Komponente des Fundamentals X_t (also $X_{c,t}$) stellt eine zyklische Größe dar, deren Einfluss auf den Wechselkurs lediglich transitorischer Natur ist.¹⁸⁵ Sie gibt den Einfluss

¹⁸³Gemäß der Definition in French und Roll (1986) schlagen sich öffentliche Informationen so schnell im Preis nieder, dass den Akteuren ein Handeln auf deren Grundlage keinerlei Vorteil verspricht. Dass öffentliche Informationen tatsächlich innerhalb sehr kurzer Zeit in den Wechselkurs gelangen zeigen zum Beispiel die von Evans und Lyons (2007), Evans und Lyons (2008) und Love und Payne (2008) erhaltenen Ergebnisse.

¹⁸⁴Entsprechend der Definition privater Informationen in Lyons (2001), sind diese öffentlichen Informationen überlegen.

¹⁸⁵Das Modell kombiniert damit ähnlich wie das Modell in Bacchetta und van Wincoop (2006b) Annahmen des Strong- und des Weak Flow Centric View bezüglich der Wirkung von Order Flow auf den Wechselkurs. Die Informierten handeln auf Grundlage ihrer privaten Informationen über relevante

der durch Noise Trader ausgelösten Portfolio Shifts auf den Wechselkurs an. Dabei wird angenommen, dass die von technischen Analysten am Devisenmarkt erhaltenen Signale eine gewisse Konformität aufweisen. In Abhängigkeit von den durch technische Analyseverfahren ausgelösten Signalen unterscheidet das Modell für die Noise Trader daher zwischen den drei folgenden Zuständen

$z_t = 1$: Anteil q der Noise Trader präferiert Long-Positionen in heimischer Währung,

$z_t = 2$: Noise Trader halten in- und ausländische Währung zu gleichen Teilen,

$z_t = 3$: Anteil q der Noise Trader präferiert Long-Positionen in Auslandswährung,

mit $1/2 < q \leq 1$.

Während die Mehrheit der Noise Trader in Zustand 1, die heimische Währung zu halten wünscht, präferiert die Mehrheit der Noise Trader in Zustand 3 die Auslandswährung. In Zustand 2 wünschen die gleichen Anteile an Noise Tradern die ausländische bzw. die heimische Währung zu halten. Gilt also $z_t > z_{t-1}$, werden die Noise Trader als Käufer der Auslandswährung aktiv, gilt hingegen $z_t < z_{t-1}$, verkaufen sie die Auslandswährung.

Die Käufe der Auslandswährung durch die Noise Trader stellen Portfolio Shifts mit transitorischen Effekten auf den Wert der Auslandswährung dar, welche durch folgende Modellierung erfasst werden

$$X_{c,t} = \varepsilon(z_t - 2) \quad \text{mit } \varepsilon > 0. \quad (3.5)$$

Befinden sich die Noise Trader in Zustand 3, haben diese in t Auslandswährung gekauft. In diesem Fall ergibt sich mit $X_{c,t} = \varepsilon(3 - 2) = \varepsilon$ ein positiver Effekt auf den Wechselkurs. Aufgrund des möglichen Effektes der Portfolio Shifts auf den Wechselkurs besteht für den Market Maker auch gegenüber den Noise Tradern ein adverse selection Problem.

Für die im weiteren Verlauf der Arbeit dargestellte Preissetzung durch den Market Maker spielen die Zustände der Noise Trader in $t - 1$ eine wichtige Rolle. Ist die Mehrheit von ihnen in $t - 1$ in Auslandswährung investiert, so geht eine erhaltene Kauforder für Auslandswährung nicht auf die Gruppe der Noise Trader zurück, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Order von einem Informierten stammt. Erhält der Market Maker in dieser Situation hingegen eine Verkauforder für die Auslandswährung, besteht die Möglichkeit, dass diese aus den Reihen der Noise Trader stammt. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Order auf einen Informierten zurückgeht ist in diesem Fall geringer.

Annahmegemäß kennen alle Marktteilnehmer im Zeitpunkt t die Position der Noise Trader in $t - 1$ (z_{t-1}). Die Position der Noise Trader in t (z_t) ist hingegen nicht beobachtbar. Aufgrund dessen schlägt sich der potentielle Einfluss der Portfolio Shifts der Noise Trader auf den Wechselkurs genau wie der Effekt der privaten Informationen ($X_{d,t}$) erst über Transaktionen im Wechselkurs nieder.

Die unterschiedlichen Ausprägungen des Parameters z_t folgen einer Markov-Kette erster Ordnung, mit den folgenden Übergangswahrscheinlichkeiten

$$p_{ij} \equiv P(z_t = j | z_{t-1} = i), \quad \text{mit } i, j = 1, 2, 3,$$

Fundamentalvariablen. Der durch ihre Transaktionen ausgelöste Order Flow beinhaltet damit Informationen über relevante Fundamentaldaten, so dass der Effekt auf den Wechselkurs permanenter Natur sein wird. Der Handel der Liquidity Trader sowie der Noise Trader geht hingegen nicht auf Informationen über Fundamentaldaten zurück. Der auf ihre Transaktionen zurückgehende Order Flow beeinflusst den Wechselkurs daher lediglich transitorisch.

und der Übergangsmatrix \mathbf{M} , die folgenden Restriktionen unterzogen wird

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{21} & p_{31} \\ p_{12} & p_{22} & p_{32} \\ p_{13} & p_{23} & p_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{11} & 1/2 & 1 - p_{11} - p_{12} \\ p_{12} & 0 & p_{12} \\ 1 - p_{11} - p_{12} & 1/2 & p_{11} \end{pmatrix}. \quad (3.6)$$

In der Übergangsmatrix gibt p_{13} beispielsweise die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass die Mehrheit der Noise Trader in $t-1$ in heimischer Währung investiert war (Zustand $z_{t-1} = 1$), in t aber die Auslandswährung hält (Zustand $z_t = 3$). Wie sich aus der Übergangsmatrix ablesen lässt, beträgt die Wahrscheinlichkeit für diesen Wechsel $1 - p_{11} - p_{12}$. Die Wahrscheinlichkeiten eines Wechsels von Zustand $z_{t-1} = 1$ in Zustand $z_t = 2$ oder von Zustand $z_{t-1} = 3$ in Zustand $z_t = 2$ fallen annahmegemäß gleich hoch aus, so dass gilt $p_{12} = p_{32}$. Auch die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass die Noise Trader in Zustand 1 bzw. 3 verbleiben sind gleich hoch ($p_{11} = p_{33}$). Die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels von Zustand $z_{t-1} = 3$ in Zustand $z_t = 1$ entspricht ebenso wie der Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 1$ in $z_t = 3$ $1 - p_{11} - p_{12}$. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader in zwei aufeinanderfolgenden Perioden in Zustand 2 verbleiben beträgt 0, die Wahrscheinlichkeiten ausgehend von Zustand $z_{t-1} = 2$ in die Zustände $z_t = 1$ oder $z_t = 3$ zu wechseln, betragen jeweils $p_{21} = p_{23} = 1/2$.

Der in Gleichung 3.2 dargestellte Wechselkurs lässt sich unter Berücksichtigung der Zusammensetzung des Fundamentalvektors X_t auch schreiben als

$$s_t = (1 - \psi)E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j (X_{p,t+j} + X_{d,t+j} + X_{c,t+j}) \right).$$

Unter Verwendung der durch die Gleichungen 3.3 und 3.4 gegebenen stochastischen Prozesse für $X_{p,t}$ und $X_{d,t}$ ergibt sich damit der folgende Wechselkurs am Spotmarkt

$$s_t = (1 - \psi) \left((X_{p,t} + X_{d,t}) + E_t \left(\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j \left(X_{p,t} + X_{d,t} + \sum_{k=1}^j (e_{p,t+k} + e_{d,t+k}) \right) \right) \right) + (1 - \psi)E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} X_{c,t+j} \right).$$

Hieraus folgt unter Berücksichtigung der möglichen Realisationen der Fundamentalvariablen sowie der Auswirkungen möglicher Portfolio Shifts der Noise Trader die Gleichung des gleichgewichtigen Wechselkurses¹⁸⁶

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + k(z_t - 2), \quad (3.7)$$

mit $k = \frac{1-\psi}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)}\varepsilon$.

Die durch ε gegebenen Portfolio Shift Effekte sind in k durch einen Faktor kleiner Eins gedämpft.¹⁸⁷ Dies zeigt, dass der Effekt der Portfolio Shifts auf den Wechselkurs durch die

¹⁸⁶Zur Herleitung des gleichgewichtigen Wechselkurses siehe Anhang B.

¹⁸⁷Es gilt

$$1 > 1 - p_{11} - p_{12} > 0, \\ p_{11} - 1 < 2p_{11} + p_{12} - 1 < p_{11}.$$

mittelwertstationären Eigenschaften der Markovvariable z sowie durch den vorausschauenden Charakter des Wechselkurses abgeschwächt wird.

Wie Gleichung 3.7 verdeutlicht, hängt der gleichgewichtige Wechselkurs in t von der privaten Informationskomponente $X_{d,t}$ sowie vom aktuellen Zustand der Noise Trader (z_t) ab. Beide Größen sind dem Market Maker allerdings im Moment der Preissetzung nicht bekannt. Im folgenden Abschnitt wird aufgezeigt, wie der Market Maker bei der Setzung der Preise für den Kauf und den Verkauf der Auslandswährung vorgeht.

3.2 Das Problem adverser Selektion für den Market Maker

Gleichung 3.7 entspricht dem gleichgewichtigen Wechselkurs unter vollkommener Information. Um diesen zu bestimmen, müsste der Market Maker im Moment der Preissetzung die aktuellen Ausprägungen der öffentlichen und privaten Information sowie den aktuellen Zustand der Noise Trader kennen. Es wird allerdings angenommen, dass dem Market Maker in t lediglich die aktuelle Ausprägung der öffentlichen Informationen bekannt ist. Die aktuellen privaten Informationen sind für ihn ebenso unbeobachtbar, wie das aktuelle Verhalten der Noise Trader. Von diesen Größen kennt er lediglich die Ausprägung in $t - 1$.

Da die Informierten systematisch Preise ausnutzen, die für den Market Maker in erwarteten Verlusten resultieren, wird der Market Maker die gesetzten Preise so anpassen, dass er die Verluste aus dem Handel mit Informierten durch Geschäfte mit den übrigen Akteuren ausgleichen kann. Um dies zu gewährleisten wird er im Zuge der Preissetzung alle ihm zur Verfügung stehenden Informationen über den erwarteten Wechselkurs in $t + 1$ nutzen. Die gesetzten Preise entsprechen damit nicht den unbedingten Erwartungen bezüglich des zukünftigen Wechselkurses, sondern den bedingten Erwartungen unter Verwendung aller verfügbaren Informationen. Die dem Market Maker zur Verfügung stehenden Informationen umfassen neben den aktuellen öffentlichen Informationen $X_{p,t}$ auch die Ausprägungen der privaten Informationskomponente sowie den Zustand der Noise Trader in $t - 1$ (also $X_{d,t-1}$ und z_{t-1}). In die bedingten Erwartungen bezüglich des zukünftigen Wechselkurses fließt darüber hinaus die Information ein, dass ein Akteur den vom Market Maker gesetzten Preis akzeptiert. Damit berücksichtigt der Market Maker bereits im Vorfeld der Transaktionen, dass der von ihm gesetzte Preis akzeptiert wird. Die durch den Market Maker festgelegten Ask- und Bid-Raten entsprechen damit nicht den unbedingten Erwartungswerten, sondern vielmehr den aufgrund der beobachteten Transaktion angepassten Erwartungen. Da der Marktzutritt für Market Maker frei ist, stellt der repräsentative Market Maker im Zeitpunkt t Ask- und Bid-Raten mit einem erwarteten Profit in Höhe von Null.

Neben dem für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehenden adverse selection Problem ergibt sich für ihn im Modell aufgrund der Anwesenheit der Noise Trader ein zweites Problem adverser Selektion. Anders als das adverse selection Problem gegenüber den Informierten resultiert dieses allerdings nicht daraus, dass Noise Trader überlegene Informationen erhalten. Vielmehr geht das Problem darauf zurück, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader möglicherweise den Wechselkurs beeinflussen. Diese Möglichkeit muss der Market Maker im Rahmen der Preissetzung ebenfalls berücksichtigen.

3.2.1 Herleitung der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt

Aufgrund der Anwesenheit der Informierten und der Noise Trader sieht sich der Market Maker im Modell zwei adverse selection Problemen gegenüber, die er im Rahmen der Preissetzung berücksichtigen muss, um keine Verluste zu erleiden.

Im Folgenden wird verdeutlicht, wie der Market Maker bei der Setzung der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt verfährt. Wie bereits im vorherigen Abschnitt dargestellt, beträgt der gleichgewichtige Wechselkurs unter vollständiger Information

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + k(z_t - 2),$$

mit $k = \frac{1-\psi}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)}\varepsilon$.

Der gleichgewichtige Wechselkurs kommt im Rahmen der Preissetzung lediglich dann zustande, wenn der Market Maker im Moment der Preissetzung die Ausprägungen aller relevanten Größen kennt. Es wird allerdings angenommen, dass der Market Maker zwar die Ausprägung der öffentlichen Informationen in t beobachtet, dass ihm aber die aktuelle Ausprägung der privaten Informationskomponente genauso unbekannt sind, wie der aktuelle Zustand der Noise Trader. Die vom Market Maker gesetzte Ask-Rate entspricht damit den auf Grundlage der in $t - 1$ verfügbaren Informationen gebildeten bedingten Erwartungen bezüglich der relevanten Informationen

$$s_t^{\text{ask}} = (X_{p,t} + X_{d,t-1}) + E(e_{d,t} + k(z_t - 2)|z_{t-1}, \text{buy}_s). \quad (3.8)$$

Die verfügbaren Informationen umfassen dabei neben der Ausprägung der öffentlichen Informationen in t ($X_{p,t}$) auch die Ausprägung der privaten Informationen sowie den Zustand der Noise Trader in $t - 1$ ($X_{d,t-1}$ und z_{t-1}). Im Moment der Preissetzung berücksichtigt der Market Maker darüber hinaus bereits, dass ein Akteur den gesetzten Preis akzeptiert. Daher fließt auch diese Information in die Erwartungsbildung ein (buy_s).

Die Größe $E(e_{d,t} + k(z_t - 2)|z_{t-1}, \text{buy}_s)$ entspricht damit den bedingten Erwartungen des Market Makers bezüglich der aktuellen Veränderung der privaten Informationskomponente sowie den Erwartungen bezüglich des möglichen Effektes der Portfolio Shifts der Noise Trader, gegeben den Zustand der Noise Trader in $t - 1$ und dass eine Transaktion stattgefunden hat.

Unter Berücksichtigung der möglichen Ausprägungen von $e_{d,t}$ und z_t sowie der bedingten Wahrscheinlichkeiten für deren Auftreten ergibt sich für Gleichung 3.8 die folgende Matrixnotation

$$s_t^{\text{ask}} = (X_{p,t} + X_{d,t-1}) + \mathbf{f}' \mathbf{\Pi}_{s,a} \mathbf{e}_{z_{t-1}}, \quad (3.9)$$

mit

$$\mathbf{f} = \begin{pmatrix} e_d - k \\ e_d \\ e_d + k \\ -e_d - k \\ -e_d \\ -e_d + k \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{\Pi}_{s,a} = \begin{pmatrix} P^a(e_d, 1|1, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 1|2, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 1|3, \text{buy}_s) \\ P^a(e_d, 2|1, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 2|2, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 2|3, \text{buy}_s) \\ P^a(e_d, 3|1, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 3|2, \text{buy}_s) & P^a(e_d, 3|3, \text{buy}_s) \\ P^a(-e_d, 1|1, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 1|2, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 1|3, \text{buy}_s) \\ P^a(-e_d, 2|1, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 2|2, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 2|3, \text{buy}_s) \\ P^a(-e_d, 3|1, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 3|2, \text{buy}_s) & P^a(-e_d, 3|3, \text{buy}_s) \end{pmatrix}.$$

Die einzelnen P^a in Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ geben die bedingten Wahrscheinlichkeiten für $e_{d,t}$ und z_t , also $P(e_{d,t}, z_t|z_{t-1}, \text{buy}_s)$ an, gegeben den Zustand der Noise Trader in $t - 1$ (z_{t-1}) und

gegeben, dass jemand zum gesetzten Kurs gekauft hat (buy_s). Der Vektor \mathbf{f} enthält alle möglichen Realisationen von $(e_{d,t} + k(z_t - 2))$.

Der Vektor $\mathbf{e}_{z_{t-1}}$ stellt einen Einheitsvektor mit drei Elementen dar, mit $\mathbf{e}_{z_{t-1}}(i) = 1$ für $i = z_{t-1}$ und $\mathbf{e}_{z_{t-1}}(i) = 0$ für $i \neq z_{t-1}$.¹⁸⁸ Damit wird die Abhängigkeit der gesetzten Ask-Rate vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ erfasst und die entsprechende Spalte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ ausgewählt.

In den einzelnen Spalten der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ sind die sich in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ ergebenden Wahrscheinlichkeiten angegeben. Spalte eins zeigt die Wahrscheinlichkeiten, wenn die Noise Trader in $t - 1$ zum überwiegenden Teil die heimische Währung gehalten haben ($z_{t-1} = 1$). In Spalte zwei sind die Wahrscheinlichkeiten abgetragen die sich ergeben, wenn die Noise Trader in $t - 1$ zu gleichen Teilen in heimischer und ausländischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 2$). Spalte drei gibt die Wahrscheinlichkeiten an die resultieren, wenn die Mehrheit der Noise Trader in $t - 1$ Positionen in Auslandswährung gehalten hat ($z_{t-1} = 3$).

Damit entspricht $P^a(e_d, 3|1, \text{buy}_s)$ in Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ z.B. der Wahrscheinlichkeit dafür, dass die aktuelle Ausprägung der privaten Informationskomponente eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigt ($e_{d,t}$) und dass sich die Mehrheit der Noise Trader in t in Zustand $z_t = 3$ befindet, wenn die Noise Trader in $t - 1$ mehrheitlich in heimischer Währung investiert waren $z_{t-1} = 1$ und der Market Maker am Spotmarkt eine Kauforder erhalten hat (buy_s).

Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ enthält damit die sich unter Berücksichtigung aller verfügbaren Informationen ergebenden bedingten Wahrscheinlichkeiten. Diese lassen sich mit Hilfe der Bayes-Regel ermitteln

$$P(e_{d,t}, z_t | z_{t-1}, \text{buy}_s) = \frac{P(\text{buy}_s | e_{d,t}, z_t, z_{t-1})}{P(\text{buy}_s | z_{t-1})} P(e_{d,t}, z_t | z_{t-1}). \quad (3.10)$$

Die Wahrscheinlichkeiten dafür, als Market Maker bei unterschiedlichen Ausprägungen der Innovation der privaten Informationskomponente und gegebenen Zuständen der Noise Trader in $t - 1$ und t eine Kauforder zu erhalten ($P(\text{buy}_s | e_{d,t}, z_t, z_{t-1})$), sind in der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c}$ abgetragen

$$\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c} = \begin{pmatrix} P(\text{buy}_s | e_d, 1, 1) & P(\text{buy}_s | e_d, 1, 2) & P(\text{buy}_s | e_d, 1, 3) \\ P(\text{buy}_s | e_d, 2, 1) & P(\text{buy}_s | e_d, 2, 2) & P(\text{buy}_s | e_d, 2, 3) \\ P(\text{buy}_s | e_d, 3, 1) & P(\text{buy}_s | e_d, 3, 2) & P(\text{buy}_s | e_d, 3, 3) \\ P(\text{buy}_s | -e_d, 1, 1) & P(\text{buy}_s | -e_d, 1, 2) & P(\text{buy}_s | -e_d, 1, 3) \\ P(\text{buy}_s | -e_d, 2, 1) & P(\text{buy}_s | -e_d, 2, 2) & P(\text{buy}_s | -e_d, 2, 3) \\ P(\text{buy}_s | -e_d, 3, 1) & P(\text{buy}_s | -e_d, 3, 2) & P(\text{buy}_s | -e_d, 3, 3) \end{pmatrix} = \mathbf{C}_2 + \mathbf{C}_1,$$

mit $\mathbf{C}_1(i, j) = (1 - \alpha_s - \beta_s)/2$ und

$$\mathbf{C}_2 = \begin{pmatrix} \alpha_s & \alpha_s & \alpha_s \\ \alpha_s + \beta_s(q - 1/2) & \alpha_s & \alpha_s \\ \alpha_s + \beta_s(2q - 1) & \alpha_s + \beta_s(q - 1/2) & \alpha_s \\ 0 & 0 & 0 \\ \beta_s(q - 1/2) & 0 & 0 \\ \beta_s(2q - 1) & \beta_s(q - 1/2) & 0 \end{pmatrix}.$$

Die drei Spalten spiegeln die Abhängigkeit der bedingten Wahrscheinlichkeiten für eine Kauforder vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ wider.

¹⁸⁸Für $z_{t-1} = 1$ ergibt sich beispielsweise $\mathbf{e}'_{z_{t-1}=1} = (1, 0, 0)$.

Der Anteil der über den Zustand des Parameters $e_{d,t}$ informierten Akteure auf dem Spotmarkt entspricht α_s . Diese kaufen die ausländische Währung immer wenn $e_{d,t}$ positiv ausfällt. Da die obere Hälfte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c}$ die Fälle beinhaltet, in denen die privaten Informationen positiv ausfallen, werden die Informierten in allen in der oberen Hälfte abgetragenen Situationen als Käufer aktiv, was zu den Summanden α_s in den ersten drei Zeilen der Matrix \mathbf{C}_2 führt. Fallen die privaten Informationen hingegen negativ aus, und deuten damit auf eine Abwertung der Auslandswährung hin, werden die Informierten nicht kaufen. Diese Fälle sind in der unteren Hälfte der Matrix abgetragen.

Der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt ist durch β_s gegeben. Diese kaufen die Auslandswährung, wenn gilt $z_t > z_{t-1}$.¹⁸⁹ Die Elemente $\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c}(2,1)$ und $\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c}(5,1)$ beziehen sich auf Situationen in denen die Noise Trader vom Zustand $z_{t-1} = 1$ in Zustand $z_t = 2$ übergehen. Dieser Zustandswechsel geht mit Käufen der Auslandswährung durch die Noise Trader einher. Der Anteil der in Auslandswährung investierten Noise Trader steigt in diesem Fall von $1 - q$ in Zustand $z_{t-1} = 1$ auf $1/2$ in Zustand $z_t = 2$. D.h. ein Anteil von $1/2 - (1 - q) = q - 1/2$ der Noise Trader kauft die Auslandswährung. Dies führt zu den Summanden $\beta_s(q - 1/2)$ in der Matrix \mathbf{C}_2 .

Wechselt der Zustand der Noise Trader von $z_{t-1} = 1$ nach $z_t = 3$, so erhöht dies den Auslandswährung haltenden Anteil der Noise Trader von $1 - q$ auf q . In diesem Fall kauft der Anteil $q - (1 - q) = 2q - 1$ der Noise Trader ausländische Währung.

Ein Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 2$ nach $z_t = 3$ geht ebenfalls mit Käufen der Auslandswährung durch Noise Trader einher. Während in Zustand $z_{t-1} = 2$ lediglich die Hälfte von ihnen Long-Positionen in Auslandswährung hält, erhöht sich dieser Anteil in Zustand $z_t = 3$ auf q . Demnach wird in diesem Fall der Anteil $q - 1/2$ der Noise Trader als Käufer der Auslandswährung aktiv.

Da die Positionen der Noise Trader von den privaten Informationen vollkommen unabhängig sind, finden sich die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten für Käufe durch die Noise Trader sowohl in der oberen als auch in der unteren Hälfte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},c}$.

In Matrix \mathbf{C}_1 wird berücksichtigt, dass neben den Noise Tradern und den Informierten auch Akteure existieren, die ihr Handeln weder auf technische Regeln noch auf private Informationen stützen. Die uninformierten Liquidity Trader kaufen die ausländische Währung annahmegemäß mit einer Wahrscheinlichkeit von 50%.

Der Nenner der Gleichung 3.10 enthält die sich unabhängig von der aktuellen Ausprägung der privaten Informationskomponente sowie vom aktuellen Zustand der Noise Trader ergebenden Wahrscheinlichkeiten für eine Kauforder $P(\text{buy}_s|z_{t-1})$. Die folgende Matrix bildet diese ab

$$\mathbf{\Pi}_{s,\text{buy},u} = \begin{pmatrix} P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \\ P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \\ P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \\ P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \\ P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \\ P(\text{buy}_s|1) & P(\text{buy}_s|2) & P(\text{buy}_s|3) \end{pmatrix} = \mathbf{C}_3 + \mathbf{C}_1,$$

mit $\mathbf{C}_1(i, j) = (1 - \alpha_s - \beta_s)/2$ und

¹⁸⁹Dabei gilt es zu beachten, dass der Anteil $q > 1/2$ der Noise Trader in Zustand 1 in heimischer Währung investiert ist, dass Noise Trader in Zustand 2 heimische und ausländische Währung zu gleichen Teilen halten und dass der Anteil $q > 1/2$ der Noise Trader in Zustand 3 die Auslandswährung hält.

$$\mathbf{C}_3 = \begin{pmatrix} \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \\ \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \\ \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \\ \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \\ \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \\ \alpha_s/2 + \beta_s(p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{23}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 \end{pmatrix}.$$

Die drei Spalten in \mathbf{C}_3 berücksichtigen erneut den Zustand der Noise Trader in $t - 1$. Der Anteil der Noise Trader, der in den einzelnen Situationen als Käufer der Auslandswährung aktiv wird, wird dabei mit der jeweiligen Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel gewichtet. Spalte eins gibt demnach die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für eine Kauforder an, wenn die Noise Trader in $t - 1$ vornehmlich in heimischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 1$). Der Market Maker kann in diesem Fall mit Kaufordern durch die Noise Trader rechnen, wenn deren Zustand von $z_{t-1} = 1$ nach $z_t = 2$ oder von $z_{t-1} = 1$ nach $z_t = 3$ wechselt. Spalte zwei enthält die sich ergebenden unbedingten Wahrscheinlichkeiten, wenn die Noise Trader in $t - 1$ zu gleichen Teilen in heimischer und in ausländischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 2$). Sie werden in diesem Fall lediglich bei einem Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 2$ nach $z_t = 3$ als Käufer der Auslandswährung aktiv. In Spalte drei sind die Wahrscheinlichkeiten für eine Kauforder abgetragen, wenn die Noise Trader in $t - 1$ bereits in Auslandswährung investiert waren ($z_{t-1} = 3$). In diesem Fall ist nicht mit weiteren Käufen der Auslandswährung durch Noise Trader zu rechnen.

In jedem der in der Matrix abgebildeten Fälle muss auch das Verhalten der informierten Akteure und der uninformierten Liquidity Trader betrachtet werden. Die Tatsache, dass die Liquidity Trader die Auslandswährung mit jeweils gleich hoher Wahrscheinlichkeit kaufen oder verkaufen wird erneut durch Matrix \mathbf{C}_1 abgebildet. Die unbedingte Erwartung über das Signal der Informierten bzw. die unbedingte Wahrscheinlichkeit für ein positives privates Signal beträgt 50%. Damit beträgt die unbedingte Wahrscheinlichkeit für Käufe aus den Reihen der Informierten ebenfalls 50%. Dies wird in den einzelnen Elementen der Matrix \mathbf{C}_3 durch den Summanden $\alpha_s/2$ berücksichtigt.

Die rechte Seite der Gleichung 3.10 enthält schließlich noch $P(e_{d,t}, z_t | z_{t-1})$. Dies entspricht den sich unter Vernachlässigung der Transaktion ergebenden Wahrscheinlichkeiten für die Ausprägung der privaten Informationskomponente $e_{d,t}$ und den aktuellen Zustand der Noise Trader z_t unter Berücksichtigung des Zustands der Noise Trader in $t - 1$ (z_{t-1}). Diese betragen

$$\mathbf{\Pi}_{e_d, z} = \begin{pmatrix} P(e_d, 1|1) & P(e_d, 1|2) & P(e_d, 1|3) \\ P(e_d, 2|1) & P(e_d, 2|2) & P(e_d, 2|3) \\ P(e_d, 3|1) & P(e_d, 3|2) & P(e_d, 3|3) \\ P(-e_d, 1|1) & P(-e_d, 1|2) & P(-e_d, 1|3) \\ P(-e_d, 2|1) & P(-e_d, 2|2) & P(-e_d, 2|3) \\ P(-e_d, 3|1) & P(-e_d, 3|2) & P(-e_d, 3|3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1/2)p_{11} & (1/2)p_{21} & (1/2)p_{31} \\ (1/2)p_{12} & (1/2)p_{22} & (1/2)p_{32} \\ (1/2)p_{13} & (1/2)p_{23} & (1/2)p_{33} \\ (1/2)p_{11} & (1/2)p_{21} & (1/2)p_{31} \\ (1/2)p_{12} & (1/2)p_{22} & (1/2)p_{32} \\ (1/2)p_{13} & (1/2)p_{23} & (1/2)p_{33} \end{pmatrix}.$$

Dass die Realisation der privaten Informationskomponente mit jeweils 50%-iger Wahrscheinlichkeit positiv oder negativ ausfällt, wird in der Matrix $\mathbf{\Pi}_{e_d, z}$ durch den Faktor $1/2$ berücksichtigt. Ferner werden die Wahrscheinlichkeiten $P(e_d, z_t | z_{t-1})$ von den jeweils relevanten Übergangswahrscheinlichkeiten (p_{ij}) des Zustands der Noise Trader bestimmt.

Die bedingten Wahrscheinlichkeiten $P(e_{d,t}, z_t | z_{t-1}, \text{buy}_s)$ in Gleichung 3.10 lassen sich nun in Matrixform unter Verwendung von elementweiser Multiplikation und Division ermitteln

als

$$\Pi_{s,a} = (\Pi_{s,\text{buy},c} \div \Pi_{s,\text{buy},u}) \odot \Pi_{e_d,z}.$$

Aus Gleichung 3.9 ergibt sich damit für die Ask-Rate im Zustand $z_{t-1} = i$ für $i = 1, 2, 3$ eine Lösung der Form

$$s_t^{\text{ask}} = (X_{p,t} + X_{d,t-1}) + a_{s,i}^{\text{ask}} e_d + b_{s,i}^{\text{ask}} k.$$

Die Ask-Rate wird bestimmt durch den Portfolio Shift Effekt eines Wechsels der Noise Trader von $z_{t-1} = i$ nach $z_t = j$, welcher durch k gegeben ist, sowie durch die Standardabweichung der Innovationen der privaten Informationskomponente, welche e_d beträgt. Die a - und b -Koeffizienten enthalten die je nach Zustand der Noise Trader in $t-1$ (z_{t-1}) unterschiedlichen Reaktionen des Market Makers auf die Komponenten e_d und k . Damit ergeben sich sowohl für die private Informationskomponente als auch für den möglichen Effekt der Portfolio Shifts drei unterschiedliche Koeffizienten.

Bildet der Market Maker unbedingte Erwartungen, vernachlässigt er die Information aus der Tatsache, dass ein Akteur den von ihm gesetzten Preis für eine Einheit Auslandswährung akzeptiert.¹⁹⁰ Die Koeffizienten belaufen sich in diesem Fall auf

$$\begin{aligned} a_{s,1}^{\text{ask}} &= a_{s,2}^{\text{ask}} = a_{s,3}^{\text{ask}} = 0, \\ b_{s,1}^{\text{ask}} &= -\varphi, \quad b_{s,2}^{\text{ask}} = 0, \quad b_{s,3}^{\text{ask}} = \varphi, \end{aligned}$$

mit $\varphi = -1 + 2p_{11} + p_{12} = p_{11} - p_{13} = p_{33} - p_{31}$.¹⁹¹

Die Koeffizienten des Parameters e_d betragen allesamt Null, was dem unbedingten Erwartungswert der Innovation der privaten Informationskomponente $e_{d,t}$ entspricht. Da die Noise Trader die Auslandswährung in Zustand $z_{t-1} = 2$ mit gleich hoher Wahrscheinlichkeit kaufen oder verkaufen, beträgt der sich unter unbedingten Erwartungen ergebende Koeffizient für k ebenfalls Null. Die unbedingten b -Koeffizienten im Fall von $z_{t-1} = 1$ und $z_{t-1} = 3$ zeigen, dass eine niedrige Wahrscheinlichkeit für einen Verbleib der Noise Trader in Zustand 1 bzw. 3 (also niedrige Werte für $p_{11} = p_{33}$) in Zustand $z_{t-1} = 1$ eine positive und in Zustand $z_{t-1} = 3$ eine negative Preisanpassung zur Folge hat. Dies resultiert daraus, dass eine niedrige Wahrscheinlichkeit für den Verbleib im jeweiligen Zustand eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel impliziert. Portfolio Shifts der Noise Trader sind in diesem Fall wahrscheinlicher. Aufgrund des potentiellen Effektes auf den Wechselkurs berücksichtigt der Market Maker dies im Rahmen der Preissetzung.

Bildet der Market Maker unbedingte Erwartungen, entstehen ihm aufgrund der adverse selection Probleme gegenüber den Informierten und den Noise Tradern allerdings systematisch erwartete Verluste. Aus diesem Grund wird er im Rahmen der Preissetzung bedingte Erwartungen bilden. Die Koeffizienten der Parameter e_d und k für die unterschiedlichen Zustände der Noise Trader in $t-1$ betragen in diesem Fall

$$\begin{aligned} a_{s,1}^{\text{ask}} &= \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s + 2(2p_{13} + p_{12})\omega_s}, \quad a_{s,2}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s + \omega_s}, \quad a_{s,3}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_s}{(1 - \beta_s)}, \\ b_{s,1}^{\text{ask}} &= \frac{4p_{13}\omega_s - (1 - \beta_s)\varphi}{1 - \beta_s + 2(2p_{13} + p_{12})\omega_s}, \quad b_{s,2}^{\text{ask}} = \frac{\omega_s}{1 - \beta_s + \omega_s}, \quad b_{s,3}^{\text{ask}} = \varphi, \end{aligned}$$

¹⁹⁰ Im Folgenden wird unter unbedingten Erwartungen stets der Erwartungswert unter Vernachlässigung einer vorliegenden Transaktion (buy_s) verstanden.

¹⁹¹ Vgl. hierzu die Restriktionen für die Übergangsmatrix in Gleichung 3.6.

mit $\omega_s = \beta_s(q - 1/2)$ und $\varphi = -1 + 2p_{11} + p_{12} = p_{11} - p_{13} = p_{33} - p_{31}$.

Die Gleichungen zeigen die vom Market Maker in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ am Spotmarkt gesetzten Koeffizienten der Parameter e_d und k und bilden die Reaktionen des Market Makers auf die private Informationskomponente und auf die möglichen Effekte der Portfolio Shifts der Noise Trader ab.

Im Folgenden werden die Koeffizienten der Parameter e_d und k genauer beschrieben, um einen Eindruck dafür zu vermitteln, wie diese durch die Wechselwahrscheinlichkeiten der Noise Trader sowie durch die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Markt beeinflusst werden. Zunächst werden dabei die Koeffizienten der Komponente e_d näher betrachtet.

Die a -Koeffizienten fallen stets positiv aus und hängen positiv vom Anteil informierter Akteure (α_s) ab. Dies geht darauf zurück, dass das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten umso stärker ausgeprägt ist, je höher der Anteil der Informierten ist. Ein höherer Anteil informierter Akteure geht daher auch mit höheren Aufschlägen auf den unbedingten Erwartungswert durch den Market Maker einher.

Der Koeffizient fällt für $z_{t-1} = 3$ am höchsten aus, da die Mehrheit der Noise Trader in diesem Fall bereits in $t - 1$ die Auslandswährung gehalten hat und somit nicht mehr als Käufer der Auslandswährung auftritt. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine erhaltene Kauforder aus den Reihen der Informierten stammt. Der Koeffizient hängt darüber hinaus positiv vom Anteil der Noise Trader ab, da ein höherer Anteil an Noise Tradern den Anteil der uninformierten Liquidity Trader verringert und auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit dafür erhöht, dass eine beim Market Maker eingegangene Order auf einen Informierten zurückgeht.¹⁹²

Gilt $z_{t-1} = 1$ bzw. $z_{t-1} = 2$ sind hingegen Käufe durch die Noise Trader möglich. Befinden sich die Noise Trader in $t - 1$ in Zustand $z_{t-1} = 2$, werden sie die Auslandswährung bei einem Wechsel in Zustand $z_t = 3$ kaufen. Dies geschieht mit Wahrscheinlichkeit $p_{23} = 1/2$. Ist der größere Teil der Noise Trader in $t - 1$ in heimischer Währung investiert ($z_{t-1} = 1$), kommt es zu Käufen durch diese Gruppe, wenn der Zustand von $z_{t-1} = 1$ nach $z_t = 2$ bzw. von $z_{t-1} = 1$ nach $z_t = 3$ wechselt. Die Wahrscheinlichkeiten für diese Zustandswechsel belaufen sich auf p_{12} bzw. p_{13} . In beiden Fällen verringert die Anwesenheit der Noise Trader die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine vom Market Maker erhaltene Order von einem Informierten stammt. Das adverse selection Problem gegenüber den Informierten ist damit weniger stark ausgeprägt, was in jedem Fall niedrigere Aufschläge auf den unbedingten Erwartungswert durch den Market Maker als im Fall $z_{t-1} = 3$ zur Folge hat.

Ob der Koeffizient $a_{s,1}^{\text{ask}}$ kleiner ist als der Koeffizient $a_{s,2}^{\text{ask}}$, hängt von den Wahrscheinlichkeiten für einen Zustandswechsel der Noise Trader ab. Sind die Wahrscheinlichkeiten für einen Wechsel in die Zustände $z_t = 2$ und $z_t = 3$ hinreichend hoch, fällt der Koeffizient für e_d im Fall $z_{t-1} = 1$ niedriger aus als im Fall $z_{t-1} = 2$. Eine hinreichende Bedingung dafür, dass der Koeffizient im Fall $z_{t-1} = 1$ niedriger ausfällt als im Fall $z_{t-1} = 2$ stellt $\varphi = p_{11} - p_{13} < 1/2$ bzw. $2p_{13} + p_{12} > 1/2$ dar.¹⁹³

¹⁹²Hier sei erneut darauf hingewiesen, dass sich der Anteil der Liquidity Trader auf $1 - \alpha - \beta$ beläuft. Mit steigendem Anteil an Noise Tradern (β), bei unverändertem Anteil an Informierten (α) nimmt der Anteil der Liquidity Trader damit ab.

¹⁹³In Zustand $z_{t-1} = 2$ kauft der Anteil $q - 1/2$ der Noise Trader die Auslandswährung mit Wahrscheinlichkeit $1/2$. Befinden sich die Noise Trader in $t - 1$ in Zustand $z_{t-1} = 1$, kauft der Anteil $q - 1/2$ der Noise Trader mit Wahrscheinlichkeit p_{12} und der Anteil $2q - 1$ mit Wahrscheinlichkeit p_{13} . Damit der Koeffizient im Fall von $z_{t-1} = 1$ niedriger ausfällt als im Fall $z_{t-1} = 2$ muss daher gel-

Der niedrigste Koeffizient für e_d ergibt sich für $z_{t-1} = 1$ also dann, wenn die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader in Zustand 1 verbleiben (p_{11}) hinreichend klein ist, bzw. wenn die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass die Noise Trader von Zustand $z_{t-1} = 1$ in die Zustände $z_t = 2$ und $z_t = 3$ wechseln hinreichend hoch ausfallen.

Die Koeffizienten des Parameters k (also $b_{s,1}^{\text{ask}}$, $b_{s,2}^{\text{ask}}$, und $b_{s,3}^{\text{ask}}$) geben die Reaktion des Market Makers auf den möglichen Effekt der Portfolio Shifts der Noise Trader an.

In Zustand $z_{t-1} = 3$ stimmen die bedingten Erwartungen bezüglich des Portfolio Shifts mit den unbedingten Erwartungen überein. Da die Noise Trader im Fall von $z_{t-1} = 3$ bereits in $t - 1$ mehrheitlich in Auslandswährung investiert waren, werden sie die Ask-Rate auf keinen Fall für Käufe nutzen. Aus diesem Grund stellt die Tatsache einer stattgefundenen Transaktion keine zusätzliche Information hinsichtlich z_t dar.

Mit $z_{t-1} = 2$ ergibt sich unter bedingten Erwartungen ein positiver Koeffizient $b_{s,2}^{\text{ask}}$, während der unbedingte Erwartungswert des Portfolio Shift Effektes Null beträgt. Der positive Koeffizient unter bedingten Erwartungen resultiert daraus, dass mit $z_{t-1} = 2$ die Möglichkeit eines positiven Portfolio Shifts durch einen Wechsel nach $z_t = 3$ besteht. Die Information einer stattgefundenen Transaktion erhöht die Wahrscheinlichkeit für diesen Zustandswechsel. Aus den gleichen Überlegungen heraus ist auch mit $z_{t-1} = 1$ der Koeffizient gegenüber den unbedingten Erwartungen erhöht.

Damit lässt sich für die vom Market Maker gesetzten Ask-Raten festhalten, dass diese positiv vom relativen Anteil der Informierten am Spotmarkt abhängen. Dies geht auf das für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehende adverse selection Problem zurück. Da ein höherer Anteil an Informierten die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass eine Kauforder aus den Reihen der Informierten stammt, wird die Preisanpassung unter bedingten Erwartungen entsprechend höher ausfallen. Darüber hinaus besteht für den Market Maker aufgrund der möglichen Effekte der Portfolio Shifts auch gegenüber den Noise Tradern ein adverse selection Problem. Daher wird der Market Maker im Rahmen der Preissetzung darüber hinaus berücksichtigen, dass Transaktionen zusätzliche Informationen über den aktuellen Zustand der Noise Trader darstellen. Hier ergeben sich allerdings gegenläufige Effekte. Auf der einen Seite verringern hohe Wahrscheinlichkeiten für Käufe durch die Noise Trader das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten. Auf der anderen Seite ist das adverse selection Problem gegenüber den Noise Tradern im Fall eines höheren Anteils an Noise Tradern stärker ausgeprägt.

Neben der Möglichkeit Geschäfte am Spotmarkt abzuschließen, besteht am Devisenmarkt auch die Möglichkeit die Auslandswährung am Forwardmarkt zu kaufen oder zu verkaufen. Auch hier muss der Market Maker die Preise setzen, bevor alle relevanten Informationen offengelegt sind.

Bei der Betrachtung des Forwardmarktes wird der folgende Zusammenhang bezüglich der Veränderung des gleichgewichtigen Wechselkurses am Spotmarkt von t nach $t + 1$ genutzt

$$s_{t+1} - s_t = e_{p,t+1} + e_{d,t+1} + k(z_{t+1} - z_t).$$

Daraus folgt für die Ask-Rate am Forwardmarkt

$$f_{t,t+1}^{\text{ask}} = E(s_{t+1}|z_{t-1}, \text{buy}_f) = E(s_t|z_{t-1}, \text{buy}_f) + k(E(z_{t+1}|z_{t-1}, \text{buy}_f) - E(z_t|z_{t-1}, \text{buy}_f)). \quad (3.11)$$

ten: $1/2(q - 1/2) < p_{12}(q - 1/2) + p_{13}(2q - 1)$, was sich umformen lässt zu $p_{11} - p_{13} < 1/2$ bzw. $2p_{13} + p_{12} = 1 - \varphi > 1/2$.

Die Ask-Rate am Forwardmarkt entspricht demnach den in t gebildeten bedingten Erwartungen des Market Makers bezüglich des Wechselkurses am Spotmarkt in $t + 1$. Diese ergeben sich aus dem erwarteten Spotmarktkurs für Periode t zuzüglich der durch die erwarteten Portfolio Shifts der Noise Trader zwischen t und $t + 1$ ausgelösten Veränderung des Wechselkurses. Dabei zeigt buy_f an, dass ein Akteur die Auslandswährung zu dem vom Market Maker gesetzten Kurs am Forwardmarkt kauft. Unter Anwendung der wiederum in Matrixnotation dargestellten Wahrscheinlichkeiten ergibt sich für Gleichung 3.11

$$\begin{aligned} f_{t,t+1}^{\text{ask}} &= X_{p,t} + X_{d,t-1} + \mathbf{f}' \mathbf{\Pi}_{f,a} \mathbf{e}_{z_{t-1}} + \\ &\quad k \left(\mathbf{g}' \mathbf{M} (\mathbf{\Pi}_{1,f,a} + \mathbf{\Pi}_{2,f,a}) \mathbf{e}_{z_{t-1}} - \mathbf{g}' (\mathbf{\Pi}_{1,f,a} + \mathbf{\Pi}_{2,f,a}) \mathbf{e}_{z_{t-1}} \right), \\ f_{t,t+1}^{\text{ask}} &= X_{p,t} + X_{d,t-1} + \mathbf{f}' \mathbf{\Pi}_{f,a} \mathbf{e}_{z_{t-1}} + k \mathbf{g}' (\mathbf{M} - \mathbf{I}_3) (\mathbf{\Pi}_{1,f,a} + \mathbf{\Pi}_{2,f,a}) \mathbf{e}_{z_{t-1}}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Matrix $\mathbf{\Pi}_{f,a}$ wird auf die gleiche Weise hergeleitet, wie Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,a}$ in Gleichung 3.9. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Variablen α_s und β_s in den einzelnen Matrizen durch die entsprechenden Äquivalente auf dem Forwardmarkt (α_f und β_f) ersetzt werden. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass sich die Anteile der Informierten und der Noise Trader auf dem Forwardmarkt von den Anteilen auf dem Spotmarkt unterscheiden können. Die Matrizen $\mathbf{\Pi}_{1,f,a}$ und $\mathbf{\Pi}_{2,f,a}$ in Gleichung 3.12 entsprechen der oberen (positive e_d) bzw. der unteren (negative e_d) Hälfte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{f,a}$. Matrix \mathbf{M} stellt die Übergangsmatrix dar. Die möglichen Zustände der Noise Trader werden in Vektor $\mathbf{g}' = (1, 2, 3)$ erfasst. Der Vektor $\mathbf{e}_{z_{t-1}}$ entspricht einem Einheitsvektor mit drei Elementen, mit $\mathbf{e}_{z_{t-1}}(i) = 1$ für $i = z_{t-1}$ und $\mathbf{e}_{z_{t-1}}(i) = 0$ für $i \neq z_{t-1}$. Damit werden die entsprechenden Spalten der Matrizen $\mathbf{\Pi}_{1,f,a}$ und $\mathbf{\Pi}_{2,f,a}$ ausgewählt, um auf diese Weise die Abhängigkeit der gesetzten Ask-Rate vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ zu erfassen.

Wie Gleichung 3.12 zeigt, sind die zwischen t und $t + 1$ erwarteten Portfolio Shifts der Noise Trader bei der Setzung der Ask-Rate am Forwardmarkt relevant. Da der Market Maker bei der Setzung der Ask-Rate am Forwardmarkt berücksichtigen muss, dass sich der Zustand der Noise Trader nicht nur zwischen $t - 1$ und t , sondern darüber hinaus auch zwischen t und $t + 1$ ändern kann, ergeben sich neue Koeffizienten für den Parameter k . Gleichung 3.12 führt zu folgender Darstellungsform für die Ask-Forward-Rate

$$f_t^{\text{ask}} = (X_{p,t} + X_{d,t-1}) + a_{f,i}^{\text{ask}} e_d + b_{f,i}^{\text{ask}} k,$$

mit $i = 1, 2, 3$.

Der Index i berücksichtigt erneut, dass die Reaktion des Market Makers auf die Standardabweichung der Innovation der privaten Informationskomponente e_d sowie auf mögliche Effekte der Portfolio Shifts der Noise Trader k vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ abhängt. Auch am Forwardmarkt ergeben sich damit sowohl für e_d als auch für k drei unterschiedliche Koeffizienten.

Bildet der Market Maker unbedingte Erwartungen, belaufen sich die Koeffizienten am Forwardmarkt auf

$$\begin{aligned} a_{f,1}^{\text{ask}} &= a_{f,2}^{\text{ask}} = a_{f,3}^{\text{ask}} = 0, \\ b_{f,1}^{\text{ask}} &= -\varphi^2, \quad b_{f,2}^{\text{ask}} = 0, \quad b_{f,3}^{\text{ask}} = \varphi^2. \end{aligned}$$

Dem Market Maker entstehen allerdings systematisch erwartete Verluste, wenn er unbedingte Erwartungen bildet und auf diese Weise die für ihn gegenüber den Informierten und

den Noise Tradern bestehenden adverse selection Probleme vernachlässigt. Die Koeffizienten für die bedingten Erwartungen gemäß Gleichung 3.12 lauten

$$a_{f,1}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f + 2(2p_{13} + p_{12})\omega_f}, \quad a_{f,2}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f + \omega_f}, \quad a_{f,3}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{(1 - \beta_f)},$$

$$b_{f,1}^{\text{ask}} = \frac{\varphi(4p_{13}\omega_f - (1 - \beta_f)\varphi)}{1 - \beta_f + 2(2p_{13} + p_{12})\omega_f}, \quad b_{f,2}^{\text{ask}} = \frac{\varphi\omega_f}{1 - \beta_f + \omega_f}, \quad b_{f,3}^{\text{ask}} = \varphi^2,$$

mit $\omega_f = \beta_s(q - 1/2)$ und $\varphi = -1 + 2p_{11} + p_{12} = p_{11} - p_{13} = p_{33} - p_{31}$.

Die Koeffizienten der privaten Informationskomponente e_d am Spot- und Forwardmarkt unterscheiden sich lediglich hinsichtlich der Anteile der Informierten und der Noise Trader an den beiden Märkten, so dass sich die bezüglich der Koeffizienten am Spotmarkt gezogenen Schlussfolgerungen vollständig auf die Koeffizienten am Forwardmarkt übertragen lassen. Die Koeffizienten des Portfolio Shift Parameters k in den Forward-Raten prognostizieren die zu erwartenden Zustände der Noise Trader in t unter Verwendung der unbedingten Übergangswahrscheinlichkeiten eine weitere Periode in die Zukunft. So beträgt die Wahrscheinlichkeit für $z_{t+1} = 3$

$$P(1|i, \text{buy}_f)p_{13} + P(2|i, \text{buy}_f)p_{23} + P(3|i, \text{buy}_f)p_{33},$$

wobei $P(z_t = j|z_{t-1} = i, \text{buy}_f)$ die vom Market Maker gebildete bedingte Wahrscheinlichkeit für einen Übergang von $z_{t-1} = i$ nach $z_t = j$ darstellt. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich die Noise Trader in $t + 1$ in Zustand $z_{t+1} = 1$ befinden lautet damit

$$P(1|i, \text{buy}_f)p_{11} + P(2|i, \text{buy}_f)p_{21} + P(3|i, \text{buy}_f)p_{31}.$$

Damit beträgt der Erwartungswert von $z_{t+1} - 2$

$$(P(1|i, \text{buy}_f)p_{13} + P(2|i, \text{buy}_f)p_{23} + P(3|i, \text{buy}_f)p_{33}) - (P(1|i, \text{buy}_f)p_{11} + P(2|i, \text{buy}_f)p_{21} + P(3|i, \text{buy}_f)p_{31}),$$

was sich umformen lässt zu

$$P(1|i, \text{buy}_f)(p_{13} - p_{11}) + P(2|i, \text{buy}_f)(p_{23} - p_{21}) + P(3|i, \text{buy}_f)(p_{33} - p_{31}).$$

Unter Berücksichtigung der Restriktionen für die Übergangswahrscheinlichkeiten in Matrix 3.6 folgt daraus

$$P(3|i, \text{buy}_f)(p_{33} - p_{31}) - P(1|i, \text{buy}_f)(p_{33} - p_{31}).$$

Bei der Fortschreibung der Portfolio Shift Effekte in $t + 1$ werden die bedingten Wahrscheinlichkeiten für die Übergänge von z_{t-1} nach z_t also mit dem Faktor $p_{33} - p_{31} = p_{11} - p_{13}$ multipliziert. Ein weiterer Unterschied zu den Koeffizienten der Spot-Raten besteht in den alternativen Anteilen der Informierten und der Noise Trader.

3.2.2 Herleitung der Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt

Im vorherigen Abschnitt wurde aufgezeigt, wie der Market Maker bei der Festlegung der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt vorgeht und welchen Einfluss die Anteile der Informierten und der Noise Trader sowie mögliche Portfolio Shifts der Noise Trader auf die Preissetzung haben. Während der Market Maker die Auslandswährung zur gesetzten Ask-Rate verkauft, stellen die vom Market Maker gesetzten Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt die Preise dar, zu denen der Market Maker bereit ist, die Auslandswährung zu kaufen. Höhere Anteile an Informierten und das daraus resultierende stärker ausgeprägte adverse selection Problem gegenüber dieser Gruppe veranlassen den Market Maker im Fall der Ask-Raten dazu, höhere Preise für eine Einheit Auslandswährung zu verlangen. Im Fall der Bid-Raten geht ein höherer Anteil an Informierten mit einem niedrigeren Preis einher, den der Market Maker für eine Einheit Auslandswährung zu zahlen bereit ist. Dies liegt daran, dass Informierte bei negativen Signalen bezüglich des zukünftigen Wertes der Auslandswährung in Verkaufstransaktionen eintreten. Im Folgenden wird gezeigt, dass bis auf diese Richtungsumkehrung eine weitgehende Analogie zwischen Ask- und Bid-Raten besteht.

Wie der Market Maker bei der Festlegung der Bid-Raten vorgeht wird im Folgenden in verkürzter Form dargestellt, da sich das Vorgehen nur dadurch vom Vorgehen im Fall der Ask-Raten unterscheidet, dass der Market Maker eine Transaktion in die entgegengesetzte Richtung berücksichtigt. Die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für die aktuelle Ausprägung der privaten Informationskomponente $e_{d,t}$ und den aktuellen Zustand der Noise Trader unter Berücksichtigung des Zustands der Noise Trader in $t - 1$ ($P(e_{d,t}, z_t | z_{t-1})$) stimmen vollständig mit den Wahrscheinlichkeiten im Fall der der Ask-Rate überein.¹⁹⁴

Für die bedingte Wahrscheinlichkeit einer Verkauforder unter Berücksichtigung der möglichen Ausprägungen der Innovation der privaten Informationskomponente und unter gegebenen Zuständen der Noise Trader in $t - 1$ und t ($P(\text{sell}_s | e_{d,t}, z_t, z_{t-1})$) folgt

$$\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},c} = \begin{pmatrix} P(\text{sell}_s | e_d, 1, 1) & P(\text{sell}_s | e_d, 1, 2) & P(\text{sell}_s | e_d, 1, 3) \\ P(\text{sell}_s | e_d, 2, 1) & P(\text{sell}_s | e_d, 2, 2) & P(\text{sell}_s | e_d, 2, 3) \\ P(\text{sell}_s | e_d, 3, 1) & P(\text{sell}_s | e_d, 3, 2) & P(\text{sell}_s | e_d, 3, 3) \\ P(\text{sell}_s | -e_d, 1, 1) & P(\text{sell}_s | -e_d, 1, 2) & P(\text{sell}_s | -e_d, 1, 3) \\ P(\text{sell}_s | -e_d, 2, 1) & P(\text{sell}_s | -e_d, 2, 2) & P(\text{sell}_s | -e_d, 2, 3) \\ P(\text{sell}_s | -e_d, 3, 1) & P(\text{sell}_s | -e_d, 3, 2) & P(\text{sell}_s | -e_d, 3, 3) \end{pmatrix} = \mathbf{C}_2 + \mathbf{C}_1,$$

mit $\mathbf{C}_1(i, j) = (1 - \alpha_s - \beta_s)/2$ und

$$\mathbf{C}_2 = \begin{pmatrix} 0 & \beta_s(q - 1/2) & \beta_s(2q - 1) \\ 0 & 0 & \beta_s(q - 1/2) \\ 0 & 0 & 0 \\ \alpha_s & \alpha_s + \beta_s(q - 1/2) & \alpha_s + \beta_s(2q - 1) \\ \alpha_s & \alpha_s & \alpha_s + \beta_s(q - 1/2) \\ \alpha_s & \alpha_s & \alpha_s \end{pmatrix}.$$

Die unterschiedlichen Einträge in Matric \mathbf{C}_2 im Vergleich zur Setzung der Ask-Raten kommen dadurch zustande, dass der Market Maker berücksichtigen muss, dass die Informierten die Auslandswährung nur dann verkaufen, wenn $e_{d,t}$ negativ ausfällt und dass Noise Trader die Auslandswährung im Fall von $z_{t-1} > z_t$ zu verkaufen wünschen.

¹⁹⁴Unter unbedingten Wahrscheinlichkeiten werden die Wahrscheinlichkeiten unter Vernachlässigung der Transaktion verstanden.

Die Situationen in denen $e_{d,t}$ negativ ausfällt sind in der unteren Hälfte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},c}$ abgebildet, was zu den Summanden α_s in den unteren drei Zeilen der Matrix \mathbf{C}_2 führt. Deuten die privaten Informationen hingegen auf eine Aufwertung der Auslandswährung hin, werden die Informierten die Währung nicht verkaufen. Diese Konstellationen sind in der oberen Hälfte der Matrix $\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},c}$ abgetragen.

Der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt (β_s) verkauft die ausländische Währung, wenn gilt $z_{t-1} > z_t$. Während in Zustand $z_{t-1} = 2$ die Hälfte der Noise Trader in ausländischer Währung investiert ist, hält in Zustand $z_t = 1$ lediglich der Anteil $(1 - q)$ ausländische Währung. Ein Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 2$ nach Zustand $z_t = 1$ bedeutet demnach, dass der Anteil $1/2 - (1 - q) = q - 1/2$ der Noise Trader die Auslandswährung verkauft. Dieser Summand, multipliziert mit dem Anteil der Noise Trader, tritt daher in den Elementen $\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},c}(1, 2)$ und $\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},c}(4, 2)$ auf.

Ähnliches gilt bei einem Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 3$ nach $z_t = 1$. In Zustand $z_{t-1} = 3$ hält der Anteil q der Noise Trader die Auslandswährung. In Zustand $z_t = 1$ verringert sich dieser auf $1 - q$. Damit verkauft ein Anteil von $q - (1 - q) = 2q - 1$ der Noise Trader die ausländische Währung.

Ein Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 3$ nach $z_t = 2$, geht ebenfalls mit Verkäufen der Auslandswährung durch die Noise Trader einher. Während in Zustand $z_{t-1} = 3$ der Anteil q der Noise Trader in Auslandswährung investiert ist, verringert sich dieser Anteil in Zustand $z_t = 2$ auf $1/2$. Demnach wird die Auslandswährung in diesem Fall von einem Anteil $q - 1/2$ der Noise Trader verkauft.

In Matrix \mathbf{C}_1 wird die Handelsstrategie der uninformierten Liquidity Trader berücksichtigt.

Die sich unabhängig von der aktuellen Ausprägung der privaten Informationskomponente ergebenden Wahrscheinlichkeiten für eine Verkauforder unter Berücksichtigung des Zustands der Noise Trader in $t - 1$ ($P(\text{sell}_s|z_{t-1})$) lauten

$$\mathbf{\Pi}_{s,\text{sell},u} = \begin{pmatrix} P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \\ P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \\ P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \\ P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \\ P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \\ P(\text{sell}_s|1) & P(\text{sell}_s|2) & P(\text{sell}_s|3) \end{pmatrix} = \mathbf{C}_3 + \mathbf{C}_1,$$

mit $\mathbf{C}_1(i, j) = (1 - \alpha_s - \beta_s)/2$ und

$$\mathbf{C}_3 = \begin{pmatrix} \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \\ \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \\ \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \\ \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \\ \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \\ \alpha_s/2 & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{21}(q - 1/2)) & \alpha_s/2 + \beta_s(p_{32}(q - 1/2) + p_{31}(2q - 1)) \end{pmatrix}.$$

Der Anteil der Noise Trader, der in den entsprechenden Situationen als Verkäufer der Auslandswährung aktiv wird, wird in Matrix \mathbf{C}_3 mit der jeweiligen Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel gewichtet. Sofern die Mehrheit der Noise Trader in $t - 1$ bereits in heimischer Währung investiert war ($z_{t-1} = 1$), werden sie die Auslandswährung nicht verkaufen. Diese Konstellation ist in Spalte eins abgebildet. Die zweite Spalte enthält die sich ergebenden unbedingten Wahrscheinlichkeiten, wenn die Noise Trader in $t - 1$ zu

gleichen Teilen in heimischer und in ausländischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 2$). In diesem Fall verkaufen Noise Trader die Auslandswährung bei einem Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 2$ nach $z_t = 1$. Spalte drei enthält die Wahrscheinlichkeiten, wenn die Noise Trader in $t - 1$ in Auslandswährung investiert waren ($z_{t-1} = 3$). Verkäufe der Auslandswährung durch die Noise Trader finden in diesem Fall statt, wenn die Noise Trader von Zustand $z_{t-1} = 3$ nach $z_t = 2$ oder von $z_{t-1} = 3$ nach $z_t = 1$ wechseln.

In jedem der in der Matrix abgebildeten Fälle muss auch das Verhalten der Informierten betrachtet werden. Die unbedingte Wahrscheinlichkeit für ein negatives privates Signal beträgt 50%. Dies resultiert in einer unbedingten Wahrscheinlichkeit für Verkäufe aus den Reihen der Informierten von 50%, was in den Elementen der Matrix \mathbf{C}_3 durch den Summanden $\alpha_s/2$ abgebildet wird. Durch die Matrix \mathbf{C}_1 wird berücksichtigt, dass die Liquidity Trader die Auslandswährung mit 50%-iger Wahrscheinlichkeit verkaufen.

Einsetzen der modifizierten Wahrscheinlichkeitsmatrizen in die Formeln 3.9 und 3.12 für die Spot- und Forward-Raten liefert folgendes Ergebnis

$$\begin{aligned}
a_{s,1}^{\text{bid}} &= -a_{s,3}^{\text{ask}}, & a_{s,2}^{\text{bid}} &= -a_{s,2}^{\text{ask}}, & a_{s,3}^{\text{bid}} &= -a_{s,1}^{\text{ask}}, \\
b_{s,1}^{\text{bid}} &= -b_{s,3}^{\text{ask}}, & b_{s,2}^{\text{bid}} &= -b_{s,2}^{\text{ask}}, & b_{s,3}^{\text{bid}} &= -b_{s,1}^{\text{ask}}. \\
a_{f,1}^{\text{bid}} &= -a_{f,3}^{\text{ask}}, & a_{f,2}^{\text{bid}} &= -a_{f,2}^{\text{ask}}, & a_{f,3}^{\text{bid}} &= -a_{f,1}^{\text{ask}}, \\
b_{f,1}^{\text{bid}} &= -b_{f,3}^{\text{ask}}, & b_{f,2}^{\text{bid}} &= -b_{f,2}^{\text{ask}}, & b_{f,3}^{\text{bid}} &= -b_{f,1}^{\text{ask}}.
\end{aligned} \tag{3.13}$$

Während der Market Maker im Fall der zu setzenden Ask-Rate am Spotmarkt für e_d den betragsmäßig höchsten Koeffizienten setzt, wenn die Mehrheit Noise Trader in $t - 1$ in Auslandswährung investiert war ($z_{t-1} = 3$), fällt der Koeffizient des Parameters e_d im Fall der zu setzenden Bid-Rate am Spotmarkt betragsmäßig am höchsten aus, wenn die Noise Trader bereits in $t - 1$ mehrheitlich in heimischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 1$). Dies geht darauf zurück, dass Noise Trader im Fall von $z_{t-1} = 3$ in t nicht als Käufer und im Fall von $z_{t-1} = 1$ nicht als Verkäufer der Auslandswährung aktiv sind, was die Wahrscheinlichkeit dafür erhöht, dass eine vom Market Maker erhaltene Kauf- bzw. Verkauforder aus den Reihen der Informierten stammt.

Ob der Koeffizient $a_{s,3}^{\text{bid}}$ betragsmäßig höher ausfällt als der Koeffizient $a_{s,2}^{\text{bid}}$ hängt, wie schon im Fall der Koeffizienten $a_{s,1}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$, von den Übergangswahrscheinlichkeiten der Noise Trader ab. Sind die Wahrscheinlichkeiten für einen Wechsel in die Zustände $z_t = 1$ und $z_t = 2$ hinreichend hoch, fällt der Koeffizient der e_d -Komponente im Fall von $z_{t-1} = 3$ betragsmäßig kleiner aus als im Fall $z_{t-1} = 2$. Eine hinreichende Bedingung dafür, dass der Koeffizient für $z_{t-1} = 3$ betragsmäßig kleiner ausfällt als für $z_{t-1} = 2$ stellt $2p_{31} + p_{32} > 1/2$ bzw. $\varphi = p_{33} - p_{31} < 1/2$ dar.¹⁹⁵

Die Koeffizienten der Parameter k (also $b_{s,1}^{\text{bid}}$, $b_{s,2}^{\text{bid}}$, und $b_{s,3}^{\text{bid}}$) bilden die Reaktion des Market Makers auf den möglichen Effekt der Portfolio Shifts der Noise Trader ab.

Im Fall der Ask-Rate stimmen die bedingten Erwartungen bezüglich des Portfolio Shifts mit den unbedingten Erwartungen überein, wenn die Noise Trader in $t - 1$ mehrheitlich in

¹⁹⁵Hier sind erneut die Restriktionen der Übergangswahrscheinlichkeiten in der Übergangsmatrix 3.6 zu beachten. Es gilt $p_{11} = p_{33}$, $p_{12} = p_{23}$ und $p_{13} = p_{32}$.

Auslandswährung investiert waren ($z_{t-1} = 3$), da die Noise Trader in diesem Fall nicht als Käufer der Auslandswährung auftreten und die Tatsache einer stattgefundenen Transaktion somit keine zusätzliche Information hinsichtlich z_t darstellt. Im Fall der Bid-Rate ergibt sich die gleiche Situation für den Fall, dass die Noise Trader in $t - 1$ bereits mehrheitlich in heimischer Währung investiert waren ($z_{t-1} = 1$). Die Noise Trader treten in diesem Fall nicht als Verkäufer der Auslandswährung auf, so dass eine Transaktion keine zusätzlichen Informationen bezüglich des aktuellen Zustands der Noise Trader liefert.

Sofern die Noise Trader in $t - 1$ heimische und ausländische Währung zu gleichen Teilen gehalten haben ($z_{t-1} = 2$), ergeben sich betragsmäßig gleich hohe k -Koeffizienten für die Ask- und Bid-Rate. Mit $z_{t-1} = 2$ fällt die Wahrscheinlichkeit für einen Wechsel nach $z_t = 1$ und $z_t = 3$ gleich hoch aus. Während die Information einer stattgefundenen Kauftransaktion die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels nach $z_t = 3$ erhöht, was den Market Maker im Fall der Ask-Rate zu einer positiven Preisanpassung veranlasst, erhöht die Information einer stattgefundenen Verkaufstransaktion die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels nach $z_t = 1$, was der Market Maker im Fall der Bid-Rate durch eine negative Preisanpassung berücksichtigt.

3.3 Adverse Selektion als Ursache des Forward Premium Puzzles

Im Folgenden wird anhand der Ask-Raten Koeffizienten betrachtet, unter welchen Bedingungen sich in der Regression der Wechselkursänderung auf den Forward-Spot Spread im Modell ein negativer Steigungsparameter und damit ein Forward Premium Puzzle ergibt. Zuvor wird aufgezeigt, dass der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression ausschließlich von den Differenzen zwischen den Koeffizienten abhängt. Aufgrund der in 3.13 dargestellten Zusammenhänge zwischen den Koeffizienten unterscheiden sich die Ergebnisse im Fall der Bid-Raten nicht von den Ergebnissen im Fall der Ask-Raten.

3.3.1 Der Steigungsparameter der UIP-Regression

Gemessen in Ask-Raten lautet die UIP-Regression

$$s_{t+1}^{\text{ask}} - s_t^{\text{ask}} = \theta + c(f_t^{\text{ask}} - s_t^{\text{ask}}) + u_t. \quad (3.14)$$

Die Größe u_t stellt darin einen White-Noise Prozess dar.

Für s_t^{ask} , s_{t+1}^{ask} und f_t^{ask} gelten die folgenden Zusammenhänge

$$s_t^{\text{ask}} = X_{p,t} + X_{d,t-1} + a_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}} e_d + b_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}} k, \quad (3.15)$$

$$s_{t+1}^{\text{ask}} = X_{p,t} + e_{p,t+1} + X_{d,t-1} + e_{d,t} + a_{s,z_t}^{\text{ask}} e_d + b_{s,z_t}^{\text{ask}} k, \quad (3.16)$$

$$f_t^{\text{ask}} = X_{p,t} + X_{d,t-1} + a_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}} e_d + b_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}} k. \quad (3.17)$$

In den Gleichungen 3.15 und 3.17 entsprechen $a_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}}$, $b_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}}$, $a_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}}$ und $b_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}}$ den sich in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ ergebenden Koeffizienten der Parameter e_d und k am Spot- und am Forwardmarkt in t . Gleichung 3.16 zeigt die Ask-Rate am Spotmarkt in $t + 1$. Die Größen a_{s,z_t}^{ask} und b_{s,z_t}^{ask} geben die Spotmarkt-Koeffizienten der Parameter e_d und k in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in t (z_t) an.

Aus den Gleichungen 3.15 bis 3.17 folgt

$$\begin{aligned}\zeta &\equiv s_{t+1}^{\text{ask}} - s_t^{\text{ask}} = e_{p,t+1} + e_{d,t} + (a_{s,z_t}^{\text{ask}} - a_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}})e_d + (b_{s,z_t}^{\text{ask}} - b_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}})k, \\ v &\equiv f_t^{\text{ask}} - s_t^{\text{ask}} = (a_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}} - a_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}})e_d + (b_{f,z_{t-1}}^{\text{ask}} - b_{s,z_{t-1}}^{\text{ask}})k.\end{aligned}$$

Der Steigungsparameter der UIP-Regression (Gleichung 3.14) lässt sich wie folgt berechnen¹⁹⁶

$$\text{plim } \hat{c} = \frac{\text{Cov}(\zeta, v)}{\text{Var}(v)}. \quad (3.18)$$

Unter Verwendung der sich unter unbedingten Erwartungen ergebenden Koeffizienten

$$\begin{aligned}a_{s,i}^{\text{ask}} &= a_{f,i}^{\text{ask}} = 0, \text{ mit } i = 1, 2, 3, \\ b_{s,1}^{\text{ask}} &= -\varphi, \quad b_{s,2}^{\text{ask}} = 0, \quad b_{s,3}^{\text{ask}} = \varphi, \\ b_{f,1}^{\text{ask}} &= -\varphi^2, \quad b_{f,2}^{\text{ask}} = 0, \quad b_{f,3}^{\text{ask}} = \varphi^2,\end{aligned}$$

ist die Varianz des Forward-Spot Spreads $\text{Var}(v)$ gleich der Kovarianz zwischen dem Forward-Spot Spread und den Wechselkursänderungen am Spotmarkt $\text{Cov}(\zeta, v)$. Es gilt

$$\text{Cov}(\zeta, v) = \text{Var}(v) = \frac{k^2(\varphi - 1)^2\varphi^2}{(1 + p_{12})},$$

was unabhängig von der Parameterkonstellation in einen Wahrscheinlichkeitslimes von Eins resultiert.

Dies zeigt, dass im Modell ein Bias in der UIP-Regression nur durch die adverse selection Probleme und die damit verbundene spezifische Erwartungsbildung der Market Maker entstehen kann. Anderweitige Mechanismen zur Erzeugung eines Puzzles bestehen nicht.

Die allgemeine Darstellung des Wahrscheinlichkeitslimes im Modell ist

$$\text{plim } c = \frac{2(1+p_{12})(-(d_{f,21}-d_{s,21})d_{s,21}+(d_{f,32}-d_{s,32})d_{s,32})p_{12}+(d_{s,21}+d_{s,32})(d_{s,21}-d_{f,21}+d_{s,32}-d_{f,32})p_{13}}{(d_{f,21}-d_{s,21}+d_{f,32}-d_{s,32})^2+2((d_{f,21}-d_{s,21})^2+(d_{f,32}-d_{s,32})^2)}, \quad (3.19)$$

mit $d_{f,21} = (a_{f,2} + b_{f,2}k_r) - (a_{f,1} + b_{f,1}k_r)$, $d_{s,21} = (a_{s,2} + b_{s,2}k_r) - (a_{s,1} + b_{s,1}k_r)$, $d_{f,32} = (a_{f,3} + b_{f,3}k_r) - (a_{f,2} + b_{f,2}k_r)$, $d_{s,32} = (a_{s,3} + b_{s,3}k_r) - (a_{s,2} + b_{s,2}k_r)$ und $k_r = k/e_d$.

Gleichung 3.19 zeigt, dass die absolute Höhe der Koeffizienten mit denen die Market Maker auf dem Spot- und Forwardmarkt auf die Parameter der adverse selection Probleme (k und e_d) reagieren für den Wahrscheinlichkeitslimes nicht entscheidend ist. Ausschlaggebend ist vielmehr die Frage, wie die Koeffizienten durch die wechselnden Strategien der Noise Trader im Zeitablauf schwanken.

Darüber hinaus hängt der Wahrscheinlichkeitslimes vom Verhältnis k/e_d ab. Je höher die Standardabweichung der Innovation der privaten Informationskomponente (e_d) relativ zum

¹⁹⁶Die Varianz des Forward-Spot Spreads sowie die Kovarianz der Wechselkursänderung und des Forward-Spot Spreads berechnen sich unter Verwendung der unbedingten, ergodischen Wahrscheinlichkeiten für die jeweiligen Zustände der Noise Trader. Dabei werden die Zustände jeweils mit der unbedingten, ergodischen Wahrscheinlichkeit gewichtet. Der Vektor der unbedingten, ergodischen Wahrscheinlichkeiten nimmt dabei die folgende Form an $\lambda' = \left(\frac{1}{2+2p_{12}}, \frac{2p_{12}}{2+2p_{12}}, \frac{1}{2+2p_{12}} \right)$.

Einfluss der Portfolio Shifts (k) ausfällt, desto größer der Effekt der privaten Informationskomponente auf den Steigungsparameter der UIP-Regression. Wird e_d relativ zu k hinreichend groß und k/e_d damit hinreichend klein, überwiegt der Effekt der privaten Informationskomponente auf den Wahrscheinlichkeitslimes.

Die nachfolgenden Abschnitte stellen heraus, welche Konstellationen am Devisenmarkt gegeben sein müssen, damit sich ein Forward Premium Puzzle ergibt. Von Interesse ist dabei insbesondere, ob sich das Puzzle allein auf die Anwesenheit einer der im Modell betrachteten Gruppen zurückführen lässt oder ob es daraus resultiert, dass unterschiedliche Gruppen mit unterschiedlichen Informationsständen und daraus resultierenden Handelsstrategien aktiv sind.

3.3.2 Die Rolle von Portfolio Shifts der Noise Trader

Die Gleichung des Wahrscheinlichkeitslimes (Gleichung 3.19) verdeutlicht, dass dieser ausschließlich von der Differenz zwischen den Koeffizienten der Parameter e_d und k am Spot- und Forwardmarkt für die unterschiedlichen Zustände der Noise Trader in $t - 1$ abhängt. Im Folgenden wird dargestellt, unter welchen Bedingungen sich im Modell allein unter Berücksichtigung des Effektes der Portfolio Shifts der Noise Trader ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes erzeugen lässt. Dabei wird angenommen, dass private Informationen keinen Einfluss auf den Wechselkurs haben ($e_d = 0$).

*Proposition 1*¹⁹⁷

- (i) Ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) ergibt sich stets ein Wahrscheinlichkeitslimes von Eins, wenn sich die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt entsprechen ($\beta_s = \beta_f$) und wenn darüber hinaus gilt $p_{12} = p_{32} = 0$.
- (ii) Ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) ergibt sich stets ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes, wenn sich die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt ($\beta_s = \beta_f$) entsprechen.
- (iii) Ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) ergibt sich im Modell unter der Bedingung $p_{12} = p_{32} = 0$ nur dann ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes, wenn die Wahrscheinlichkeit für den Verbleib der Noise Trader in Zustand 1 oder 3 bei über 50% liegt ($p_{11} = p_{33} > 1/2$).
- (iv) Haben private Informationen keinen Einfluss auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) und beläuft sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader im jeweiligen Zustand verbleiben auf über 50% ($p_{11} = p_{33} > 1/2$) und gilt darüber hinaus $p_{12} = p_{32} = 0$ sowie $\beta_f > \beta_s$, so stellt

$$\frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-2(1-p_{11})^2(2q-1)} < \beta_s < \frac{(2-p_{11})(1-2p_{11})}{2-5p_{11}+2p_{11}^2-4(1-p_{11})^3(2q-1)} \quad (3.20)$$

¹⁹⁷Die Beweise zu Proposition 1 sowie Würdigungen der Proposition erfolgen direkt im Anschluss an die Proposition. Dass die Propositionen 1 (i) und 1 (ii) sowohl unter Verwendung der Koeffizienten für die Ask- als auch für die Koeffizienten der Bid-Raten gelten, folgt direkt aus den Beweisen der Propositionen. Daher wird im Zuge der Beweisführung auf eine Unterscheidung der Koeffizienten nach Ask- und Bid-Rate verzichtet. Die Propositionen 1 (iii) – 1 (v) werden für die Koeffizienten der Ask-Rate bewiesen. Der Beweis der Proposition 1 (vi) zeigt anschließend, dass die Propositionen auch für die Koeffizienten der Bid-Raten gelten.

eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes dar.

- (v) Haben private Informationen keinen Einfluss auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) und beläuft sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader im jeweiligen Zustand verbleiben auf über 50% ($p_{11} = p_{33} > 1/2$) und gilt darüber hinaus $p_{12} = p_{32} = 0$ sowie $\beta_s > \beta_f$, so stellt

$$\frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-(2-p_{11}(5-4p_{11}))(2q-1)} < \beta_s < \frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-2(1-p_{11})^2(2q-1)} \quad (3.21)$$

eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes dar.

- (vi) Die Propositionen 1 (i) – 1 (v) gelten sowohl für die Koeffizienten der Ask-Raten als auch für die Koeffizienten der Bid-Raten.

Beweis von Proposition 1 (i)

Ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) hängt der Wahrscheinlichkeitslimes allein von den Portfolio Shifts der Noise Trader und damit von den Differenzen der Koeffizienten des Parameters k ab. Die Formel für den Wahrscheinlichkeitslimes reduziert sich in diesem Fall zu

$$\text{plim } c = \frac{2(1+p_{12})(-(b_{f,2}-b_{f,1}-(b_{s,2}-b_{s,1}))(b_{s,2}-b_{s,1})+(b_{f,3}-b_{f,2}-(b_{s,3}-b_{s,2}))(b_{s,3}-b_{s,2}))p_{12}}{(b_{f,3}-b_{f,1}-(b_{s,3}-b_{s,1}))^2+2p_{12}((b_{f,2}-b_{f,1}-(b_{s,2}-b_{s,1}))^2+(b_{f,3}-b_{f,2}-(b_{s,3}-b_{s,2}))^2)} + \frac{2(1+p_{12})((b_{s,3}-b_{s,1})(b_{f,1}-b_{f,3}-(b_{s,1}-b_{s,3}))p_{13})}{(b_{f,3}-b_{f,1}-(b_{s,3}-b_{s,1}))^2+2p_{12}((b_{f,2}-b_{f,1}-(b_{s,2}-b_{s,1}))^2+(b_{f,3}-b_{f,2}-(b_{s,3}-b_{s,2}))^2)}.$$

Entsprechend Proposition 1 (i) beträgt der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression stets Eins, wenn sich die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt entsprechen ($\beta_s = \beta_f$), die privaten Informationen keinen Einfluss auf den Wechselkurs haben ($e_d = 0$) und darüber hinaus gilt $p_{12} = 0$. Mit $p_{12} = 0$ lautet die Formel für den Wahrscheinlichkeitslimes

$$\text{plim } c = \frac{2p_{13}(b_{s,3}-b_{s,1})(b_{f,1}-b_{f,3}-(b_{s,1}-b_{s,3}))}{(b_{f,3}-b_{f,1}-(b_{s,3}-b_{s,1}))^2}. \quad (3.22)$$

Berücksichtigt man, dass die Koeffizienten am Forwardmarkt für $\beta_s = \beta_f$ den mit $\varphi = p_{11} - p_{13}$ multiplizierten Koeffizienten des Spotmarktes entsprechen, folgt daraus

$$\text{plim } c = \frac{2(b_{s,1}-b_{s,3})^2(1-p_{11}+p_{13})p_{13}}{(b_{s,1}-b_{s,3})^2(1-p_{11}+p_{13})^2},$$

was sich wiederum vereinfachen lässt zu

$$\text{plim } c = \frac{2p_{13}}{1-p_{11}+p_{13}}.$$

Da für $p_{12} = 0$ gilt $p_{13} = 1 - p_{11}$, ergibt sich daraus letztlich ein Wahrscheinlichkeitslimes in Höhe von Eins. Dies beweist Proposition 1 (i).

Beweis von Proposition 1 (ii)

Gemäß Proposition 1 (ii) ist der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters unter Vernachlässigung eines Effektes privater Informationen auf den Wechselkurs auch dann positiv, wenn die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt gleich hoch ausfallen und p_{12} nicht Null beträgt.

Der Wahrscheinlichkeitslimes entspricht dem Quotienten aus der Kovarianz zwischen dem Forward-Spot Spread und der Wechselkursänderung am Spotmarkt und der Varianz des Forward-Spot Spreads

$$\text{plim } c = \frac{\text{Cov}(\zeta, v)}{\text{Var}(v)}.$$

Der Wahrscheinlichkeitslimes fällt damit immer dann positiv aus, wenn die Kovarianz einen positiven Wert aufweist.

Dass dies ohne private Informationen für $\beta_s = \beta_f$ stets der Fall ist, lässt sich anhand der sich unter den getroffenen Annahmen ergebenden Kovarianz beweisen. Die Kovarianz beträgt

$$\begin{aligned} \text{Cov}(\zeta, v) = \frac{k^2}{2(1 + p_{12})} & \left(((b_{s,1} - b_{s,2})^2 + (b_{s,2} - b_{s,3})^2 + \right. \\ & (b_{s,1} - b_{s,2})(b_{f,2} - b_{f,1}) + (b_{s,2} - b_{s,3})(b_{f,3} - b_{f,2}))p_{12} + \\ & \left. ((b_{s,1} - b_{s,3})^2 + (b_{s,3} - b_{s,1})(b_{f,1} - b_{f,3}))p_{13} \right). \end{aligned}$$

Da die Koeffizienten am Forwardmarkt im Fall von $\beta_s = \beta_f$ den mit $\varphi = p_{11} - p_{13}$ multiplizierten Koeffizienten des Spotmarktes entsprechen, folgt daraus

$$\text{Cov}(\zeta, v) = \frac{k^2(1 - p_{11} + p_{13})}{2(1 + p_{12})} ((b_{s,1} - b_{s,2})^2 + (b_{s,2} - b_{s,3})^2)p_{12} + (b_{s,1} - b_{s,3})^2 p_{13}.$$

Dies zeigt, dass die Kovarianz für $\beta_s = \beta_f$ nicht negativ wird. Der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression fällt demnach unter den getroffenen Annahmen immer positiv aus. Dies beweist Proposition 1 (ii).

Die Propositionen 1 (i) und 1 (ii) verdeutlichen damit, dass sich im Modell ohne private Informationen kein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, sofern sich die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt entsprechen. Unter welchen Bedingungen das Forward Premium Puzzle im Modell ohne private Informationen dennoch auftritt, stellen die Propositionen 1 (iv) und 1 (v) heraus. Zuvor wird die in Proposition i (iii) aufgestellte Behauptung bewiesen, dass sich im Modell unter der Bedingung $p_{12} = 0$ nur dann ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, wenn die Wahrscheinlichkeit für den Verbleib der Noise Trader im jeweiligen Zustand bei über 50% liegt ($p_{11} = p_{33} > 1/2$).

Beweis von Proposition 1 (iii)

Ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs ($e_d = 0$) nimmt der Wahrscheinlichkeitslimes im Modell für $p_{12} = 0$ die in Gleichung 3.22 angegebene Form an. Da der Nenner quadratisch ist, ist ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes nur dann

möglich, wenn sich ein negativer Zähler ergibt. Unter Verwendung der Koeffizienten der Ask-Raten beträgt dieser

$$2p_{13}(b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}})(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} - (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}})).$$

Der Zähler wird nur dann negativ, wenn der erste Klammerausdruck negativ ausfällt und der zweite positiv oder umgekehrt.

Damit der erste Ausdruck negativ wird, muss der Koeffizient am Spotmarkt in Zustand $z_{t-1} = 1$ höher ausfallen als der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 3$. Ein positiver zweiter Ausdruck ergibt sich für $b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} > b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}$. Darüber hinaus wird der Zähler auch dann negativ, wenn der erste Klammerausdruck positiv und der zweite negativ ausfällt.

Im Folgenden wird bewiesen, dass der Wahrscheinlichkeitslimes für $p_{12} = 0$ und $p_{13} > 1/2$ nicht negativ wird.

Die Koeffizienten der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt lassen sich unter Berücksichtigung von $p_{11} = 1 - p_{13}$ und $p_{12} = 0$ auch schreiben als

$$b_{s,1}^{\text{ask}} = \frac{2p_{13} - 1 + \beta_s(1 + 2p_{13}((2q - 1) - 1))}{1 + \beta_s(2p_{13}(2q - 1) - 1)}, \quad b_{s,3}^{\text{ask}} = 1 - 2p_{13},$$

$$b_{f,1}^{\text{ask}} = \frac{(1 - 2p_{13})(2p_{13} - 1 + \beta_f(1 + 2p_{13}((2q - 1) - 1)))}{1 + \beta_f(2p_{13}(2q - 1) - 1)}, \quad b_{f,3}^{\text{ask}} = (1 - 2p_{13})^2.$$

Zunächst wird die Differenz zwischen den Koeffizienten $b_{s,3}$ und $b_{s,1}$ betrachtet.

Da der Koeffizient $b_{s,1}^{\text{ask}}$ positiv vom Anteil der Noise Trader am Spotmarkt abhängt und $b_{s,3}^{\text{ask}}$ vom Anteil der Noise Trader vollkommen unabhängig ist, nimmt die Differenz $(b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}})$ für $\beta_s = 0$ den niedrigsten möglichen Wert an.¹⁹⁸ Mit $\beta_s = 0$ folgt

$$b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}} = 1 - 2p_{13} - (-1 + 2p_{13}) = 2 - 4p_{13}.$$

Da der Ausdruck für $p_{13} > 1/2$ stets negativ wird ist bewiesen, dass $b_{s,1}^{\text{ask}}$ im Fall von $p_{13} > 1/2$ immer höher ausfällt als $b_{s,3}^{\text{ask}}$. Der Faktor $(b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}})$ ist demnach negativ. Ein insgesamt negativer Zähler in Gleichung 3.22 erfordert somit, dass der Faktor $(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} - (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}))$ positiv ausfällt.

Da bekannt ist, dass der Teil $-(b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}})$ in $(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} - (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}))$ immer negativ ist, wird im Folgenden betrachtet, ob mit $p_{13} > 1/2$ Konstellationen möglich sind, für die der zweite Faktor insgesamt positiv wird. Dazu muss die Differenz zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt positiv sein und darüber hinaus betragsmäßig höher ausfallen als $-(b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}})$. Der Koeffizient $b_{f,1}^{\text{ask}}$ hängt für $p_{13} > 1/2$ negativ vom Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt ab.¹⁹⁹ Damit wird $(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}})$ maximal für $\beta_f = 0$. Mit $\beta_f = 0$ folgt

$$b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} = (1 - 2p_{13})(2p_{13} - 1) - (1 - 2p_{13})^2 = -2(1 - 2p_{13})^2.$$

¹⁹⁸ Die partielle Ableitung des Koeffizienten $b_{s,1}^{\text{ask}}$ nach β_s liefert $\frac{4(1-p_{13})p_{13}(2q-1)}{(1-\beta_s(1-2p_{13}(2q-1)))^2}$. Dieser Ausdruck ist stets positiv, was zeigt, dass $b_{s,1}^{\text{ask}}$ positiv vom Anteil der Noise Trader am Spotmarkt abhängt.

¹⁹⁹ Die partielle Ableitung des Koeffizienten $b_{f,1}^{\text{ask}}$ nach β_f liefert $\frac{2(1-2p_{13})(1-p_{13})p_{13}(2q-1)}{(1-\beta_f(1-2p_{13}(2q-1)))^2}$. Dieser Ausdruck wird für $p_{13} > 1/2$ stets negativ. Der Koeffizient $b_{f,1}^{\text{ask}}$ hängt damit negativ vom Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt ab.

Die Differenz zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt wird unabhängig von p_{13} nie positiv. Da $-(b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}})$ für $p_{13} > 1/2$ ebenfalls immer negativ ausfällt, ist der zweite Faktor insgesamt negativ. Der Zähler der Gleichung 3.22 ist damit für $p_{13} > 1/2$ stets positiv. Für $p_{13} > 1/2$ ergibt sich demnach kein negativer Wahrscheinlichkeitslimes. Eine notwendige Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters besteht damit unter der Bedingung $p_{12} = 0$ darin, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader im jeweiligen Zustand verbleiben über der Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel liegt ($p_{11} > p_{13}$). Dies beweist Proposition 1 (iii).

Beweis der Propositionen 1 (iv)

Im Folgenden wird dargestellt, unter welchen Bedingungen sich im Fall von $p_{12} = 0$ und $p_{11} > 1/2$ ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt. Unter Berücksichtigung von $p_{12} = 0$ und $p_{13} = 1 - p_{11}$ lassen sich die b -Koeffizienten der Ask-Raten am Spot- und Forwardmarkt auch schreiben als

$$b_{s,1}^{\text{ask}} = \frac{1 - 2p_{11} - \beta_s(1 - 2p_{11} - 2(2q - 1)(1 - p_{11}))}{1 - \beta_s(1 - 2(2q - 1)(1 - p_{11}))}, \quad b_{s,3}^{\text{ask}} = 2p_{11} - 1,$$

$$b_{f,1}^{\text{ask}} = \frac{(2p_{11} - 1)(1 - 2p_{11} - \beta_f(1 - 2p_{11} - 2(2q - 1)(1 - p_{11})))}{1 - \beta_f(1 - 2(2q - 1)(1 - p_{11}))}, \quad b_{f,3}^{\text{ask}} = (2p_{11} - 1)^2.$$

Gemäß Gleichung 3.22 wird der Wahrscheinlichkeitslimes durch die Differenzen zwischen den Koeffizienten bestimmt. Für $p_{11} > 1/2$ ergibt sich für $b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}}$

$$b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}} = (2p_{11} - 1) - \left(\frac{1 - 2p_{11} - \beta_s(1 - 2p_{11} - 2(2q - 1)(1 - p_{11}))}{1 - \beta_s(1 - 2(2q - 1)(1 - p_{11}))} \right).$$

Der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 1$ fällt dabei höher aus als $b_{s,3}^{\text{ask}}$, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt die folgende Bedingung erfüllt

$$\beta_s > \beta^{\text{krit}} = \frac{1 - 2p_{11}}{1 - 2p_{11} - 2(1 - p_{11})^2(2q - 1)}.$$

Die Differenz $b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}}$ fällt in diesem Fall negativ aus. Liegt β_s hingegen unter diesem kritischen Wert, so ist der Koeffizienten in Zustand $z_{t-1} = 3$ höher als in Zustand $z_{t-1} = 1$, was in einem positiven Faktor resultiert.

Fällt $b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}}$ negativ aus, muss $(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} - (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}))$ in 3.22 für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes positiv ausfallen. Da die Differenz zwischen $b_{s,3}^{\text{ask}}$ und $b_{s,1}^{\text{ask}}$ negativ ist, ergibt sich für $b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}$ ein positiver Wert. Für einen positiven zweiten Faktor besteht eine notwendige Bedingung damit in

$$b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} =$$

$$-\frac{2(1 - \beta_f)(1 - 2p_{11})^2 + 4\beta_f(1 - p_{11})^2(1 - 2p_{11})(2q - 1)}{1 - \beta_f + 2\beta_f(1 - p_{11})(2q - 1)} > 0.$$

Diese Ungleichung ist erfüllt, wenn auch der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt über dem kritischen Wert liegt

$$\beta_f > \beta^{\text{krit}} = \frac{1 - 2p_{11}}{1 - 2p_{11} - 2(1 - p_{11})^2(2q - 1)}.$$

Damit der zweite Faktor insgesamt positiv ausfällt, muss darüber hinaus gelten

$$(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}}) > (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}),$$

$$-\frac{2(1-\beta_f)(1-2p_{11})^2+4\beta_f(1-p_{11})^2(1-2p_{11})(2q-1)}{1-\beta_f+2\beta_f(1-p_{11})(2q-1)} > 2-2p_{11}-\frac{2(1-\beta_s)p_{11}}{1-\beta_s+2\beta_s(1-p_{11})(2q-1)}.$$

Sofern sowohl β_s als auch β_f über dem kritischen Wert liegen, ist diese Ungleichung erfüllt, wenn β_f höher ausfällt als β_s und folgendes gilt

$$\beta_f > \frac{(1-\beta_s)(1-2p_{11})+\beta_s(2-p_{11}(5-4p_{11}))(2q-1)}{\beta_s(1-2(1-p_{11})(2q-1))(2(1-p_{11})^2(2q-1)-(1-2p_{11}))+((1-2p_{11})(1-(2-p_{11})(2q-1)))}.$$

Darüber hinaus muss sich der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt in folgendem Intervall bewegen, in welchem der kritische Wert β^{krit} die untere Grenze darstellt

$$\frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-2(1-p_{11})^2(2q-1)} < \beta_s < \frac{(2-p_{11})(1-2p_{11})}{2-5p_{11}+2p_{11}^2-4(1-p_{11})^3(2q-1)}.$$

Dies beweist Proposition 1 (iv).

Abbildung 3.1 zeigt im grau eingefärbten Bereich das Intervall der Noise Trader am Spotmarkt (mit $q = 1$), für das unter den getroffenen Annahmen mit $\beta_f > \beta_s$ ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes möglich ist.

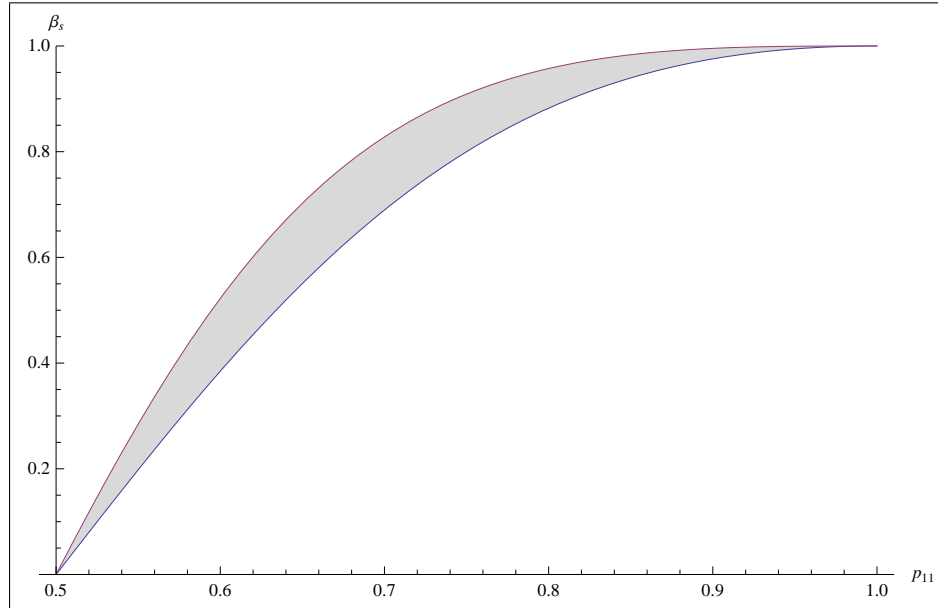


Abbildung 3.1: Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ und $q = 1$.

Das Intervall fällt dabei für alle p_{11} sehr schmal aus.²⁰⁰ Darüber hinaus nimmt der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes erforderliche Anteil an Noise Tradern im Fall

²⁰⁰Appendix C zeigt, wie sich die Grenzen des Intervalls in Abhängigkeit von q entwickeln. Darüber hinaus wird aufgezeigt, dass der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes erforderliche Anteil an Noise Tradern am Spotmarkt für niedrigere q zunimmt und dass das einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichende Intervall umso schmaler wird, je uneinheitlicher das Verhalten der Noise Trader ausfällt (je niedriger also q ist).

höherer p_{11} stark zu. Eine Wahrscheinlichkeit für den Verbleib in Zustand 1 in Höhe von 55% erfordert einen Anteil von Noise Tradern am Spotmarkt zwischen 20 und 28%. Bei einer Wahrscheinlichkeit für den Verbleib im jeweiligen Zustand in Höhe von 75% ist ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes nur möglich, sofern der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt zwischen 80 und 91% liegt.

Es erscheint fragwürdig, dass ein allein durch Noise Trader erzeugtes adverse selection Problem die Ursache des UIP-Puzzles darstellt, sofern $\beta_f > \beta_s$ und $p_{12} = 0$ unterstellt wird. Um das Puzzle allein durch die Anwesenheit der Noise Trader erklären zu können, müsste sich der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt in allen Währungspaaren in dem schmalen in Abbildung 3.1 abgebildeten Intervall bewegen. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Anteile der Noise Trader in unterschiedlichen Währungspaaren auch unterschiedlich hoch ausfallen und somit nicht stets in dem notwendigen Intervall liegen.

Beweis der Propositionen 1 (v)

Sofern der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt unter dem kritischen Wert β^{krit} liegt, fällt $b_{s,3}^{\text{ask}}$ höher aus als $b_{s,1}^{\text{ask}}$. Der erste Faktor im Zähler des Wahrscheinlichkeitslimes wird damit positiv. Ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt sich daher nur, sofern der zweite Faktor negativ ausfällt. Wie bereits dargestellt, wird $b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}}$ positiv, wenn β_s unter dem kritischen Wert liegt. Erforderlich ist damit, dass die Differenz zwischen $b_{f,1}^{\text{ask}}$ und $b_{f,3}^{\text{ask}}$ negativ ausfällt. Dies ist nur dann der Fall, wenn auch β_f unter β^{krit} liegt. Darüber hinaus muss die Differenz zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt für einen negativen zweiten Faktor betragsmäßig höher ausfallen als die Differenz zwischen den Koeffizienten am Spotmarkt. Damit muss gelten

$$(b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}}) < (b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}}).$$

Unter den getroffenen Annahmen ist diese Ungleichung erfüllt, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt über deren Anteil am Forwardmarkt liegt und der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt die folgende Bedingung erfüllt

$$\beta_f < \frac{(1-\beta_s)(1-2p_{11})+\beta_s(2-p_{11}(5-4p_{11}))(2q-1)}{\beta_s(1-2(1-p_{11})(2q-1))(2(1-p_{11})^2(2q-1)-(1-2p_{11}))+ (1-2p_{11})(1-(2-p_{11})(2q-1))}.$$

Darüber hinaus muss sich der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt in folgendem Intervall bewegen, in dem der kritische Wert β^{krit} die obere Grenze darstellt

$$\frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-(2-p_{11}(5-4p_{11}))(2q-1)} < \beta_s < \frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-2(1-p_{11})^2(2q-1)}.$$

Dies beweist Proposition 1 (v).

Wie Abbildung 3.2 für $q = 1$ verdeutlicht, fällt das Intervall, das für $\beta_s > \beta_f$ einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglicht, deutlich breiter aus als das Intervall für $\beta_f > \beta_s$.

Allerdings ergibt sich ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes bei einer hohen Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader ihre Positionen nicht wechseln (hohe Werte für p_{11}) auch hier nur dann, wenn der Anteil von Noise Tradern am Spotmarkt sehr hoch ausfällt.²⁰¹ Geht p_{11} hingegen gegen 50%, wird das einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes

²⁰¹ Appendix D zeigt, wie sich die Grenzen des Intervalls in Abhängigkeit von q entwickeln. Darüber hinaus wird dargestellt, dass der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes erforderliche Anteil an Noise Tradern am Spotmarkt für niedrigere Werte für q zunimmt und dass das einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichende Intervall an Noise Tradern am Spotmarkt umso schmaler wird, je uneinheitlicher das Verhalten der Noise Trader ausfällt (je niedriger also q ist).

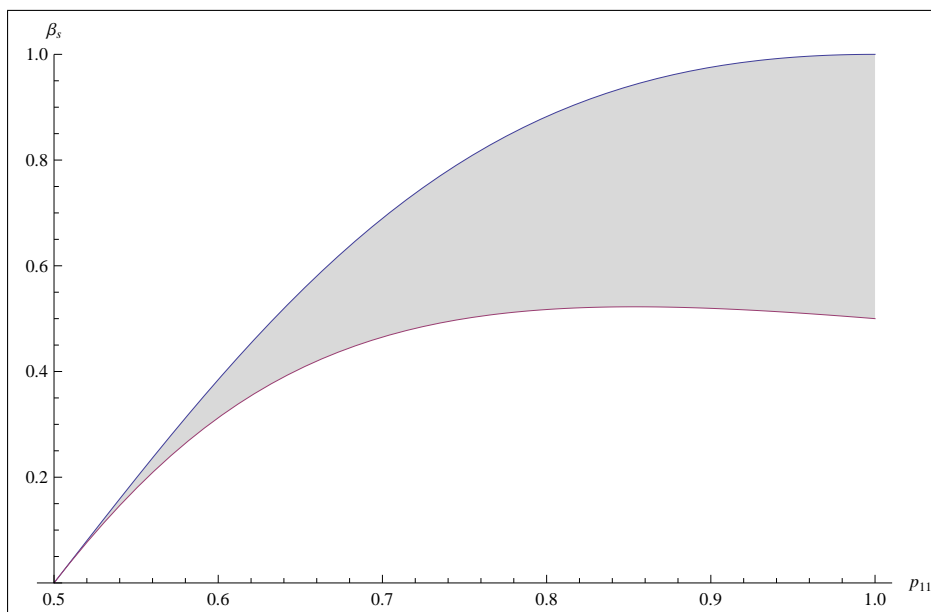


Abbildung 3.2: Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$ und $q = 1$.

ermöglichende Intervall an Noise Tradern am Spotmarkt auch hier schmaler. Liegt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader in Zustand 1 verbleiben beispielsweise bei 55%, so erfordert ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes einen Anteil von Noise Tradern am Spotmarkt zwischen 18 und 20%. Aufgrund der Tatsache, dass die Anteile an Noise Tradern in den unterschiedlichen Währungspaaren mit großer Wahrscheinlichkeit auch unterschiedlich hoch ausfallen, lässt sich auch hier schlussfolgern, dass die Anteile an Noise Tradern in den unterschiedlichen Währungspaaren mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht immer in dem für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes notwendigen Intervall liegen. Liegt p_{11} bei 75%, tritt ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes nur noch dann auf, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt zwischen 50 und 80% liegt.

Ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt sich unter den getroffenen Annahmen hier darüber hinaus nur dann, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt über deren Anteil am Forwardmarkt liegt. Vor dem Hintergrund, dass der Spotmarkt in etwa die dreifache Größe des Forwardmarktes aufweist,²⁰² erscheint diese Konstellation eher unwahrscheinlich. Selbst wenn die Noise Trader eine leicht größere Präferenz für den Spotmarkt haben sollten, wird ihr Anteil dort, aufgrund des deutlich höheren Umsatzes geringer ausfallen als am Forwardmarkt.

Von größerem Interesse ist daher die zuvor angesprochene Konstellation, die einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglicht, wenn der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt den Anteil am Spotmarkt übersteigt. Das einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichende Intervall der Noise Trader am Spotmarkt fällt hier allerdings so schmal aus, dass es eher unwahrscheinlich erscheint, dass sich die Anteile der Noise Trader am Spotmarkt in allen Währungspaaren innerhalb des Intervalls bewegen. Um das über alle Währungen auftretende Forward Premium Puzzle allerdings allein über das Verhalten der Noise Trader erklären zu können, wäre dies notwendig. Darüber hinaus sind auch hier hohe Anteile an Noise Tradern am Spotmarkt nötig, um einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes zu ermöglichen, wenn die Wahrscheinlichkeit für den Verbleib der Noise Trader im

²⁰²Vgl. hierzu die Untersuchungen der Bank for International Settlements (2010).

jeweiligen Zustand recht hoch ausfällt.

Unter Vernachlässigung privater Informationen ist ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes mit $\beta_f > \beta_s$ demnach eher unwahrscheinlich. Aus Proposition 1 (iv) folgt, dass eine hinreichende Bedingung für einen positiven Wahrscheinlichkeitslimes darin besteht, dass der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt nicht in dem in Proposition 1 (iv) angegebenen Intervall liegt, wenn der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt höher ausfällt als deren Anteil am Spotmarkt. Dieser Bereich entspricht dem gesamten nicht grau eingefärbten Bereich in Abbildung 3.1.²⁰³

Unabhängig vom Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt fällt der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters auch dann positiv aus, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt außerhalb der beiden in den Propositionen 1 (iv) und 1 (v) definierten Bereiche liegt. Damit stellt

$$\frac{1 - 2p_{11}}{1 - 2p_{11} - (2 - p_{11}(5 - 4p_{11}))(2q - 1)} < \beta_s < \frac{(2 - p_{11})(1 - p_{11})}{2 - 5p_{11} + 2p_{11}^2 + 4(1 - p_{11})^2(2q - 1)}$$

unabhängig von der Höhe von β_f eine hinreichende Bedingung dafür dar, dass der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters nicht negativ wird. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 3.3 für $q = 1$ dargestellt.²⁰⁴

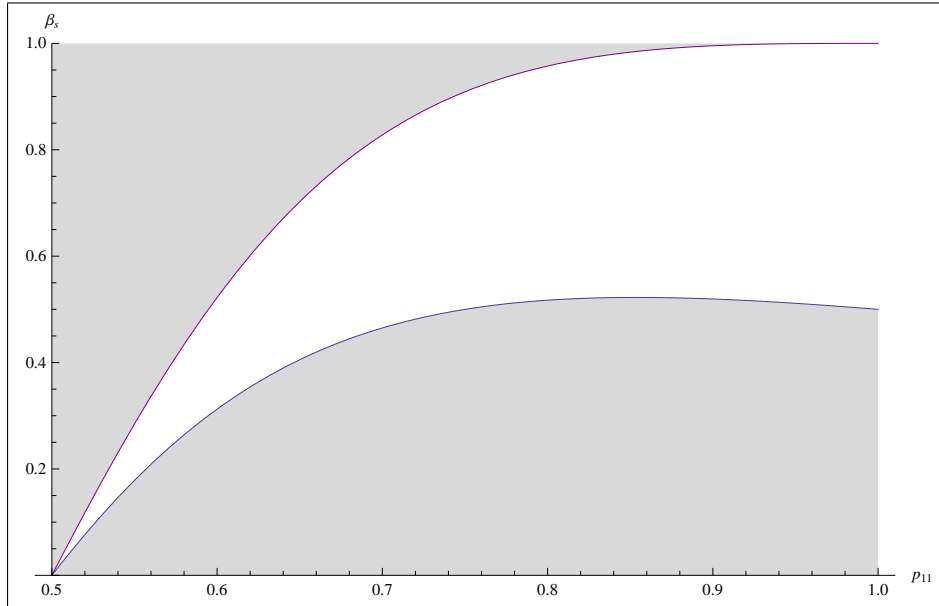


Abbildung 3.3: Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $q = 1$ (unabhängig von β_f).

Die grau eingefärbten Bereiche zeigen in Abbildung 3.3 die Anteile von Noise Tradern am Spotmarkt, für die der Wahrscheinlichkeitslimes unabhängig vom Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt positiv ausfällt.

²⁰³ Appendix E zeigt den Bereich für β_s für unterschiedliche Werte für q . Hier zeigt sich, dass der Bereich für β_s , mit dem sich ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, für niedrigere q größer ausfällt.

²⁰⁴ Appendix F zeigt, wie sich der Bereich für β_s im Fall unterschiedlicher Werte für q entwickelt. Auch hier fällt der Bereich für β_s , mit dem sich ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, mit niedrigerem q größer aus.

Wie die Abbildungen 3.1 und 3.3 zeigen, fallen die Bereiche, für die sich ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes ergibt insgesamt deutlich größer aus, als die Bereiche die einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichen. Vor dem Hintergrund, dass angenommen wird, dass der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt aufgrund des deutlich geringeren Umsatzes höher ausfällt als am Spotmarkt, zeigt Abbildung 3.1, dass ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht ausschließlich auf Noise Trading zurückgeht.

Beweis der Proposition 1 (vi)

Gemäß Gleichung 3.19 wird der Wahrscheinlichkeitslimes von den Differenzen zwischen den sich in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ ergebenden Koeffizienten der Parameter e_d und k bestimmt. Mit $p_{12} = 0$ reduziert sich der Wahrscheinlichkeitslimes zu

$$\text{plim } c = \frac{2p_{13}(b_{s,3} - b_{s,1})(b_{f,1} - b_{f,3} - (b_{s,1} - b_{s,3}))}{(b_{f,3} - b_{f,1} - (b_{s,3} - b_{s,1}))^2}$$

und hängt damit lediglich von den Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt für $z_{t-1} = 1$ und $z_{t-1} = 3$ ab.

Für die Koeffizienten der Ask- und Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt gilt entsprechend der in 3.13 dargestellten Zusammenhänge

$$\begin{aligned} b_{s,1}^{\text{ask}} &= -b_{s,3}^{\text{bid}}, & b_{s,3}^{\text{ask}} &= -b_{s,1}^{\text{bid}}, \\ b_{f,1}^{\text{ask}} &= -b_{f,3}^{\text{bid}}, & b_{f,3}^{\text{ask}} &= -b_{f,1}^{\text{bid}}. \end{aligned}$$

Damit folgt für die Differenzen zwischen den Koeffizienten $b_{s,1}$, $b_{s,3}$, $b_{f,1}$ und $b_{f,3}$

$$\begin{aligned} b_{s,3}^{\text{ask}} - b_{s,1}^{\text{ask}} &= b_{s,3}^{\text{bid}} - b_{s,1}^{\text{bid}}, \\ b_{s,1}^{\text{ask}} - b_{s,3}^{\text{ask}} &= b_{s,1}^{\text{bid}} - b_{s,3}^{\text{bid}}, \\ b_{f,1}^{\text{ask}} - b_{f,3}^{\text{ask}} &= b_{f,1}^{\text{bid}} - b_{f,3}^{\text{bid}}. \end{aligned}$$

Dies beweist, dass sich zwischen den Koeffizienten der Ask- und Bid-Raten die gleichen Differenzen ergeben. Auch die Propositionen 1 (iii) – 1 (v) gelten somit gleichermaßen für die Koeffizienten der Ask- und der Bid-Raten.

3.3.3 Die Rolle privater Informationen

In Abschnitt 3.3.2 wurde aufgezeigt, dass Portfolio Shifts der Noise Trader das Forward Premium Puzzle im Modell zwar erklären können, dass dazu allerdings recht restriktive Annahmen zu treffen sind. Hier ist insbesondere zu erwähnen, dass das Puzzle ohne einen Einfluss privater Informationen auf den Wechselkurs eher dann auftritt, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt höher ausfällt als deren Anteil am Forwardmarkt. Selbst wenn die Noise Trader eine leicht größere Präferenz für den Spotmarkt haben sollten, wird ihr Anteil dort im Vergleich zum Forwardmarkt, aufgrund des deutlich höheren Umsatzes niedriger ausfallen. In diesem Fall ergibt sich das Puzzle nur unter der Bedingung, dass sich der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt in einem sehr schmalen Intervall bewegt. Um das Puzzle allein über Noise Trading erklären zu können, müssten die Anteile der Noise Trader in allen Währungspaaren innerhalb dieses schmalen Intervalls liegen, was eher unwahrscheinlich erscheint. Fallen die Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt

identisch aus, ergibt sich im Modell unter Vernachlässigung eines Einflusses privater Informationen auf den Wechselkurs stets ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes. Insgesamt deuten die Ergebnisse des vorherigen Abschnitts damit darauf hin, dass Noise Trading nicht die alleinige Ursache des Puzzles darstellt.

Im Folgenden wird betrachtet, inwieweit sich das Puzzle auf die Anwesenheit informierter Akteure und deren Verhalten am Markt zurückführen lässt. Dabei wird angenommen, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader keinen direkten Einfluss auf den Wechselkurs haben ($k = 0$).

In Abschnitt 3.3 wurde bereits aufgezeigt, dass der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression die folgende Form aufweist

$$\text{plim } c = \frac{2(1+p_{12})(-(d_{f,21}-d_{s,21})d_{s,21}+(d_{f,32}-d_{s,32})d_{s,32})p_{12}+(d_{s,21}+d_{s,32})(d_{s,21}-d_{f,21}+d_{s,32}-d_{f,32})p_{13}}{(d_{f,21}-d_{s,21}+d_{f,32}-d_{s,32})^2+2((d_{f,21}-d_{s,21})^2+(d_{f,32}-d_{s,32})^2)}.$$

Dabei gilt z.B. $d_{f,32} = (a_{f,3}+b_{f,3}k_r)-(a_{f,2}+b_{f,2}k_r)$ und $d_{s,32} = (a_{s,3}+b_{s,3}k_r)-(a_{s,2}+b_{s,2}k_r)$, mit $k_r = k/e_d$.

Unter Vernachlässigung direkter Effekte der Portfolio Shifts auf den Wechselkurs ($k = 0$) reduziert sich der Wahrscheinlichkeitslimes zu

$$\begin{aligned} \text{plim } c = & \frac{2(1+p_{12})(-(a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))(a_{s,2}-a_{s,1})+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))(a_{s,3}-a_{s,2}))p_{12}}{(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))^2+2((a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))^2+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))^2)p_{12}} \\ & + \frac{2(1+p_{12})(-(a_{s,3}-a_{s,1})(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))p_{13}}{(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))^2+2((a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))^2+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))^2)p_{12}}. \end{aligned} \quad (3.23)$$

Der Wahrscheinlichkeitslimes hängt für $k = 0$ damit allein von den Differenzen zwischen den sich in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t - 1$ ergebenden Koeffizienten des Parameters e_d ab. Um Aussagen über die Höhe des Wahrscheinlichkeitslimes und den Einfluss der privaten Informationskomponente auf diesen treffen zu können, wird zunächst betrachtet, wie sich die unterschiedlichen Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt in Abhängigkeit von den Anteilen der Informierten und der Noise Trader entwickeln.²⁰⁵

Bezüglich der Koeffizienten des Parameters e_d lässt sich die folgende Proposition aufstellen.

*Proposition 2*²⁰⁶

- (i) Für die Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt gelten in Abhängigkeit von der Übergangswahrscheinlichkeit der Noise Trader die folgenden Größenverhältnisse

$$a_{s,3}^{\text{ask}} > a_{s,2}^{\text{ask}} > a_{s,1}^{\text{ask}} \quad \text{mit } \varphi < 1/2 \quad \text{bzw.} \quad a_{s,3}^{\text{ask}} > a_{s,1}^{\text{ask}} > a_{s,2}^{\text{ask}} \quad \text{mit } \varphi > 1/2, \quad (3.24)$$

$$a_{f,3}^{\text{ask}} > a_{f,2}^{\text{ask}} > a_{f,1}^{\text{ask}} \quad \text{mit } \varphi < 1/2 \quad \text{bzw.} \quad a_{f,3}^{\text{ask}} > a_{f,1}^{\text{ask}} > a_{f,2}^{\text{ask}} \quad \text{mit } \varphi > 1/2.$$

- (ii) Die Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt hängen positiv vom Anteil der Informierten ab. Die Differenzen zwischen den Koeffizienten fallen für höhere Anteile an Informierten und Noise Tradern betragsmäßig höher aus.

²⁰⁵Die hier auftretenden Effekte werden im Folgenden anhand der Koeffizienten der Ask-Raten dargestellt. Dass sich mit den Koeffizienten der Bid-Raten für den Wahrscheinlichkeitslimes die gleichen Ergebnisse einstellen wie unter Verwendung der Ask-Raten, wird im Rahmen des Beweises der Proposition 3 (iii) aufgezeigt.

²⁰⁶Die Beweise zu Proposition 2 sowie Würdigungen der Proposition erfolgen direkt im Anschluss an die Proposition.

- (iii) Fallen die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Forwardmarkt höher aus als am Spotmarkt, ergeben sich am Forwardmarkt betragsmäßig höhere Differenzen zwischen den Koeffizienten, so dass gilt

$$\begin{aligned} a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} &> a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}}, & a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} &> a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}, \\ a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} &> a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}, & \text{für } \varphi < 1/2, \\ a_{f,1}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} &> a_{s,1}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}}, & \text{für } \varphi > 1/2. \end{aligned}$$

Beweis der Proposition 2 (i)

Die sich in Abhängigkeit vom Zustand der Noise Trader in $t-1$ ergebenden e_d -Koeffizienten der Ask-Spot-Rate wurden in Abschnitt 3.2.1 hergeleitet. Diese belaufen sich auf

$$\begin{aligned} a_{s,1}^{\text{ask}} &= \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s + \beta_s(2p_{13} + p_{12})(2q - 1)} = \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s + \beta_s(1 - \varphi)(2q - 1)}, \\ a_{s,2}^{\text{ask}} &= \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s + \beta_s(q - 1/2)}, & a_{s,3}^{\text{ask}} &= \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s}. \end{aligned}$$

Wie bereits in Abschnitt 3.2 erläutert, fällt der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 3$ stets am höchsten aus, da die Noise Trader hier bereits in $t-1$ in Auslandswährung investiert waren und daher in t nicht als Käufer der Währung aktiv werden. Dies erhöht den relativen Anteil der Informierten und damit das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten.

Ob der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 2$ höher ausfällt als in Zustand $z_{t-1} = 1$ hängt von $\varphi = p_{11} - p_{13}$ ab. Mit $\varphi = 1/2$ ergeben sich für $z_{t-1} = 1$ und $z_{t-1} = 2$ identische Koeffizienten. Gilt $\varphi > 1/2$, so ergibt sich in Zustand $z_{t-1} = 1$ ein höherer Koeffizient als in Zustand $z_{t-1} = 2$. Für $\varphi < 1/2$ folgt hingegen $a_{s,1}^{\text{ask}} < a_{s,2}^{\text{ask}}$. Dies resultiert daraus, dass $\varphi = p_{11} - p_{13}$ die Wechselwahrscheinlichkeit der Zustände der Noise Trader erfasst. Werte über $1/2$ deuten darauf hin, dass Noise Trader ihre Positionen mit hoher Wahrscheinlichkeit beibehalten. Hat die Mehrheit der Noise Trader in $t-1$ heimische Währung gehalten ($z_{t-1} = 1$), werden sie bei $\varphi > 1/2$ mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zustand 1 verbleiben. In diesem Fall werden sie mit geringer Wahrscheinlichkeit als Käufer der Auslandswährung aktiv, was den relativen Anteil der Informierten am Markt erhöht. Dieser Zusammenhang wird insbesondere für $p_{11} = 1$ deutlich. In diesem Fall folgt $1 - \varphi = 0$ und der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 1$ entspricht dem Koeffizienten in Zustand $z_{t-1} = 3$. Gilt hingegen $\varphi < 1/2$, ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader in Zustand 1 verbleiben relativ gering. Die Noise Trader werden in dieser Konstellation mit höherer Wahrscheinlichkeit als Käufer der Auslandswährung aktiv, was den relativen Anteil der Informierten verringert und den Market Maker zu niedrigeren Preisanpassungen veranlasst.

Die Koeffizienten der Ask-Forward-Rate betragen

$$a_{f,1}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f + \beta_f(1 - \varphi)(2q - 1)}, \quad a_{f,2}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f + \beta_f(q - 1/2)}, \quad a_{f,3}^{\text{ask}} = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f}.$$

Damit unterscheiden sie sich von den Koeffizienten der Ask-Raten am Spotmarkt lediglich durch die möglicherweise differierenden Anteile an Informierten und Noise Tradern am Forwardmarkt im Vergleich zum Spotmarkt. Aufgrund dessen lassen sich die hinsichtlich der Koeffizienten am Spotmarkt gezogenen Schlussfolgerungen vollständig auf die Koeffizienten am Forwardmarkt übertragen. Dies beweist Proposition 2 (i).

Beweis von Proposition 2 (ii)

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass die Koeffizienten des Spot- und Forwardmarktes positiv vom Anteil der Informierten abhängen. Dies resultiert daraus, dass ein höherer Anteil informierter Akteure die Wahrscheinlichkeit dafür erhöht, dass eine erhaltene Order von einem Informierten stammt, was den Market Maker dazu veranlasst höhere Preisanpassungen vorzunehmen. Die Differenzen zwischen den Koeffizienten nehmen mit steigendem Anteil an Informierten betragsmäßig zu.

Im Folgenden wird betrachtet, wie sich unterschiedlich hohe Anteile von Noise Tradern am Spot und Forwardmarkt (β_s und β_f) auf die Koeffizienten auswirken. Dazu werden zunächst die partiellen Ableitungen der einzelnen Koeffizienten nach β_s gebildet²⁰⁷

$$\frac{\partial(a_{s,1}^{\text{ask}})}{\partial(\beta_s)} = \frac{\alpha_s(1 - (2q - 1)(1 - \varphi))}{(1 - \beta_s(1 - (2q - 1)(1 - \varphi)))^2},$$

$$\frac{\partial(a_{s,2}^{\text{ask}})}{\partial(\beta_s)} = \frac{\alpha_s - \alpha_s(q - 1/2))}{(1 - \beta_s(1 - (q - 1/2)))^2}, \quad \frac{\partial(a_{s,3}^{\text{ask}})}{\partial(\beta_s)} = \frac{\alpha_s}{(1 - \beta_s)^2}.$$

Die partiellen Ableitungen der Koeffizienten $a_{s,2}^{\text{ask}}$ und $a_{s,3}^{\text{ask}}$ sind stets positiv. Die positiven partiellen Ableitungen zeigen, dass ein höherer Anteil an Noise Tradern, wie schon ein höherer Anteil an Informierten, eine größere Preisanpassung durch den Market Maker zur Folge hat. Die höhere Preisanpassung in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 3$ resultiert daraus, dass ein höherer Anteil an Noise Tradern bei konstantem Anteil an Informierten mit einem niedrigeren Anteil an Liquidity Tradern einhergeht. Auf diese Weise führt ein höherer Anteil an Noise Tradern zu einem größeren adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten. Während die Liquidity Trader die Auslandswährung im Modell mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% kaufen, werden Noise Trader in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 3$ mit kleinerer Wahrscheinlichkeit als Käufer aktiv. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine vom Market Maker erhaltene Kauforder aus den Reihen der Informierten stammt, was den Market Maker zu einer höheren Preisanpassung veranlasst. Aus dem gleichen Grund ergibt sich mit $\varphi > 0$ auch für den Koeffizienten $a_{s,1}^{\text{ask}}$ stets eine positive partielle Ableitung nach β_s . Gilt hingegen $\varphi < 0$, was sich nur dann ergibt, wenn die Wechselwahrscheinlichkeit der Noise Trader sehr hoch ausfällt, ist es möglich, dass der Koeffizient $a_{s,1}^{\text{ask}}$ im Fall höherer Anteile an Noise Tradern abnimmt. Noise Trader kaufen in dieser Konstellation in $z_{t-1} = 1$ mit höherer Wahrscheinlichkeit als die von ihnen verdrängten Liquidity Trader. Ein größeres β_s senkt dann das adverse selection Problem des Market Makers.

Ist die partielle Ableitung des Koeffizienten in Zustand $z_{t-1} = 3$ höher als die partielle Ableitung des Koeffizienten in Zustand $z_{t-1} = 1$, so zeigt dies, dass die Differenz zwischen den Koeffizienten $a_{s,3}^{\text{ask}}$ und dem $a_{s,1}^{\text{ask}}$ im Fall eines höheren Anteils an Noise Tradern betragsmäßig zunimmt. Es gilt

$$\frac{\partial(a_{s,3}^{\text{ask}})}{\partial(\beta_s)} - \frac{\partial(a_{s,1}^{\text{ask}})}{\partial(\beta_s)} =$$

$$\frac{\alpha_s}{(1 - \beta_s)^2} - \frac{\alpha_s(1 - (2q - 1)(1 - \varphi))}{(1 - \beta_s(1 - (2q - 1)(1 - \varphi)))^2} =$$

²⁰⁷ Dabei beschränken sich die Ausführungen auf die Koeffizienten am Spotmarkt, da sich die Ergebnisse gemäß Proposition 2 (ii) vollständig auf die Koeffizienten am Forwardmarkt übertragen lassen.

$$\frac{\alpha_s(2q-1)(1-\beta_s^2(1-(2q-1)(1-\varphi)))(1-\varphi)}{(1-\beta_s)^2(1+\beta_s((2q-1)(1-\varphi)-1))^2} \geq 0, \quad \text{für } q > 1/2.$$

Dies beweist, dass die Differenz zwischen den Koeffizienten $a_{s,3}^{\text{ask}}$ und $a_{s,1}^{\text{ask}}$ bei einem höheren Anteil an Noise Tradern betragsmäßig zunimmt.

Ob dies auch für die Differenz zwischen den Koeffizienten $a_{s,3}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$ gilt, wird anhand der partiellen Ableitungen der Koeffizienten $a_{s,3}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$ nach β_s überprüft. Hier gilt

$$\begin{aligned} \partial(a_{s,3}^{\text{ask}})/\partial(\beta_s) - \partial(a_{s,2}^{\text{ask}})/\partial(\beta_s) = \\ \frac{\alpha_s}{(1-\beta_s)^2} - \frac{\alpha_s - \alpha_s(q-1/2)}{(1-\beta_s(1-(q-1/2)))^2} = \end{aligned}$$

$$\frac{\alpha_s(q-1/2)(1-\beta_s^2(1-(q-1/2)))}{(1-\beta_s)^2(1-\beta_s(1-(q-1/2)))^2} \geq 0, \quad \text{für } q > 1/2.$$

Damit ist bewiesen, dass auch die Differenz zwischen $a_{s,3}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$ für höhere β_s betragsmäßig größer wird.

Um zu überprüfen, wie sich höhere Anteile an Noise Tradern auf die Differenz zwischen den Koeffizienten auswirken, werden die partiellen Ableitungen der Koeffizienten $a_{s,2}^{\text{ask}}$ und $a_{s,1}^{\text{ask}}$ nach β_s herangezogen

$$\begin{aligned} \partial(a_{s,2}^{\text{ask}})/\partial(\beta_s) - \partial(a_{s,1}^{\text{ask}})/\partial(\beta_s) = \\ \frac{\alpha_s - \alpha_s(q-1/2)}{(1-\beta_s(1-(q-1/2)))^2} - \frac{\alpha_s(1-(2q-1)(1-\varphi))}{(1-\beta_s(1-(2q-1)(1-\varphi)))^2} = \\ \frac{\alpha_s(2q-1)(1-2\varphi)(2-\beta_s^2(2-(2q-1))(1-(2q-1)(1-\varphi)))}{(2+\beta_s((2q-1)-2))^2(\beta_s(1-(2q-1)(1-\varphi))-1)^2}. \end{aligned}$$

Ob der Koeffizient $a_{s,2}^{\text{ask}}$ höher ausfällt als der Koeffizient $a_{s,1}^{\text{ask}}$ hängt, wie bereits zuvor dargestellt, von den Übergangswahrscheinlichkeiten der Noise Trader ab. Während sich für $\varphi < 1/2$ in Zustand $z_{t-1} = 2$ ein höherer Koeffizient als in Zustand $z_{t-1} = 1$ ergibt, gilt im Fall von $\varphi > 1/2$ $a_{s,1}^{\text{ask}} > a_{s,2}^{\text{ask}}$. Mit $q > 1/2$ folgt

$$\frac{\alpha_s(2q-1)(1-2\varphi)(2-\beta_s^2(2-(2q-1))(1-(2q-1)(1-\varphi)))}{(2+\beta_s((2q-1)-2))^2(\beta_s(1-(2q-1)(1-\varphi))-1)^2} \geq 0, \quad \text{für } \varphi < 1/2 \quad (3.25)$$

sowie

$$\frac{\alpha_s(2q-1)(1-2\varphi)(2-\beta_s^2(2-(2q-1))(1-(2q-1)(1-\varphi)))}{(2+\beta_s((2q-1)-2))^2(\beta_s(1-(2q-1)(1-\varphi))-1)^2} \leq 0, \quad \text{für } \varphi > 1/2. \quad (3.26)$$

Ungleichung 3.25 betrachtet den Fall, in dem sich in Zustand $z_{t-1} = 2$ ein höherer Koeffizient ergibt als in Zustand $z_{t-1} = 1$. Die Ungleichung verdeutlicht, dass die Differenz im Fall eines höheren Anteils an Noise Tradern betragsmäßig höher ausfällt. Für $\varphi > 1/2$ gilt

$a_{s,1}^{\text{ask}} > a_{s,2}^{\text{ask}}$. Wie Ungleichung 3.26 zeigt, nimmt die Differenz zwischen $a_{s,1}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$ im Fall eines höheren Anteils an Noise Tradern ebenfalls betragsmäßig zu.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt positiv von den Anteilen der Informierten abhängen. Die Koeffizienten $a_{s,2}^{\text{ask}}$ und $a_{s,3}^{\text{ask}}$ hängen darüber hinaus positiv vom Anteil der Noise Trader ab. Ob der Koeffizient $a_{s,1}^{\text{ask}}$ im Fall höherer Anteile an Noise Tradern zu- oder abnimmt, hängt von den Übergangswahrscheinlichkeiten der Noise Trader ab. Der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 3$ fällt stets am höchsten aus. Sofern die Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel der Noise Trader hinreichend hoch ist ($\varphi < 1/2$), liegt $a_{s,2}^{\text{ask}}$ über $a_{s,1}^{\text{ask}}$ (bzw. $a_{f,2}^{\text{ask}}$ über $a_{f,1}^{\text{ask}}$). Mit $\varphi > 1/2$ ergibt sich am Spot- und Forwardmarkt in Zustand $z_{t-1} = 1$ ein höherer Koeffizient als in Zustand $z_{t-1} = 2$. Darüber hinaus ergeben sich für höhere Anteile an Informierten und an Noise Tradern betragsmäßig höhere Differenzen zwischen den Koeffizienten, was Dies beweist Proposition 2 (ii).

Beweis von Proposition 2 (iii)

Die Differenzen zwischen den Koeffizienten fallen an beiden Märkten im Fall höherer Anteile an Informierten und an Noise Tradern betragsmäßig höher aus. Daraus lässt sich ableiten, dass die betragsmäßigen Differenzen zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt, wenn die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Forwardmarkt deren Anteile am Spotmarkt übersteigen. Dies beweist Proposition 2 (iii).

Beachtet man die in Proposition 2 dargestellten Zusammenhänge zwischen den Koeffizienten, lässt sich für den Wahrscheinlichkeitslimes im Fall von $k = 0$ die folgende Proposition aufstellen. Proposition 3 stellt damit den Beitrag der privaten Informationen zur Erklärung des UIP-Puzzles heraus.

*Proposition 3*²⁰⁸

- (i) Haben die Portfolio Shifts der Noise Trader keinen direkten Effekt auf den Wechselkurs ($k = 0$) und sind Noise Trader weder am Spot- noch am Forwardmarkt aktiv ($\beta_s = 0$ und $\beta_f = 0$), ergibt sich im Modell stets ein Wahrscheinlichkeitslimes in Höhe von Null.
- (ii) Haben die Portfolio Shifts der Noise Trader keinen direkten Effekt auf den Wechselkurs ($k = 0$) und sind Informierte und Noise Trader sowohl am Spot- als auch am Forwardmarkt aktiv, stellt ein höherer Anteil an Informierten und Noise Tradern am Forwardmarkt gegenüber dem Spotmarkt ($\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$) im Modell eine hinreichende Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes dar.
- (iii) Propositionen 3 (ii) gilt sowohl für die Koeffizienten der Ask-Raten als auch für die Koeffizienten der Bid-Raten.

²⁰⁸Die Beweise zu Proposition 3 sowie Würdigungen der Proposition erfolgen im Anschluss an die Proposition. Aus dem Beweis zu Proposition 3 (i) folgt direkt, dass diese sowohl für die Koeffizienten der Ask- als auch der Bid-Raten gilt. Der Beweis der Proposition 3 (ii) wird anhand der der Koeffizienten der Ask-Raten geführt. Im Anschluss zeigt der Beweis der Proposition 3 (iii), dass sich unter Verwendung der Koeffizienten der Bid-Raten das gleiche Ergebnis für den Wahrscheinlichkeitslimes einstellt.

Beweis der Propositionen 3 (i)

Sind Noise Trader weder am Spot- noch am Forwardmarkt aktiv ($\beta_s = \beta_f = 0$), so belaufen sich die Nenner der Koeffizienten der e_d -Komponente allesamt auf Eins. In diesem Fall ergeben sich in allen Zuständen gleich hohe Koeffizienten. Am Spotmarkt nehmen diese in allen Zuständen den Wert α_s und am Forwardmarkt den Wert α_f an. Dies gilt sowohl für die Koeffizienten im Fall der Ask- als auch der Bid-Raten. Die Differenz zwischen den Koeffizienten in den unterschiedlichen Zuständen beträgt damit stets Null, was in einem Wahrscheinlichkeitslimes von Null resultiert. Dies beweist Proposition 3 (i).

Wie Proposition 3 (i) zeigt, ergibt sich unter ausschließlicher Berücksichtigung des Effektes der privaten Informationen kein Forward Premium Puzzle, wenn nicht gleichzeitig auch Noise Trader am Markt aktiv sind. Das Puzzle lässt sich demnach nicht allein auf private Informationen zurückführen. Proposition 3 (ii) gibt an, unter welchen Voraussetzungen private Informationen das UIP-Puzzle hervorrufen können. Eine hinreichende Bedingung für das Puzzles besteht im Modell darin, dass Informierte und Noise Trader an beiden Märkten aktiv sind und dass deren Anteile am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt. Das Auftreten des Puzzles hängt dabei nicht davon ab, dass Noise Trader den Wechselkurs durch ihr Verhalten beeinflussen. Vielmehr kommt es darauf an, dass diese in unterschiedlichen Situationen mehr oder weniger ausgeprägt am Markt aktiv sind und damit das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten verringern oder erhöhen. Durch das Verhalten der Noise Trader schwankt das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Market Maker auf einen besser informierten Akteur trifft, wird durch den Zustand der Noise Trader in $t - 1$ beeinflusst. War die Mehrheit der Noise Trader bereits in $t - 1$ in Auslandswährung investiert (Zustand $z_{t-1} = 3$), werden sie in t nicht mehr als Käufer der Auslandswährung aktiv. Eine beim Market Maker eingehende Kauforder stammt in diesem Fall mit höherer Wahrscheinlichkeit aus den Reihen der Informierten. Das adverse selection Problem des Market Makers fällt damit höher aus. Sofern die Noise Trader in $t - 1$ hingegen heimische und ausländische Währung zu gleichen Teilen gehalten haben ($z_{t-1} = 2$), oder sie mehrheitlich in Heimatwährung investiert waren ($z_{t-1} = 1$), besteht die Möglichkeit, dass Noise Trader die Auslandswährung in t kaufen. In diesem Fall ergibt sich für den Market Maker gegenüber den Informierten ein niedrigeres adverse selection Problem.

Beweis der Proposition 3 (ii)

Für die Koeffizienten am Spot- und Forwardmarkt gelten die in 3.24 dargestellten Größenverhältnisse. Fallen die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Forwardmarkt höher aus als am Spotmarkt ($\beta_f > \beta_s$, $\alpha_f > \alpha_s$), ergeben sich gemäß Proposition 2 (iii) am Forwardmarkt betragsmäßig höhere Differenzen zwischen den Koeffizienten als am Spotmarkt.

Im Folgenden wird dargestellt, dass sich unter den in Proposition 3 (ii) getroffenen Annahmen stets ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt. Für $k = 0$ beträgt der Wahrscheinlichkeitslimes

$$\begin{aligned} \text{plim } c = & \frac{2(1+p_{12})(-(a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))(a_{s,2}-a_{s,1})+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))(a_{s,3}-a_{s,2}))p_{12}}{(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))^2+2((a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))^2+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))^2)p_{12}} \\ & + \frac{2(1+p_{12})(-(a_{s,3}-a_{s,1})(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))p_{13}}{(a_{f,3}-a_{f,1}-(a_{s,3}-a_{s,1}))^2+2((a_{f,2}-a_{f,1}-(a_{s,2}-a_{s,1}))^2+(a_{f,3}-a_{f,2}-(a_{s,3}-a_{s,2}))^2)p_{12}}. \end{aligned}$$

Da der Nenner des Wahrscheinlichkeitslimes quadratisch ist, kommt ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes nur dann zustande, wenn der Zähler negativ ausfällt.

Der Koeffizient der Wahrscheinlichkeit für einen Wechsel von Zustand $z_{t-1} = 1$ in $z_t = 3$ (p_{13}) im Zähler des Wahrscheinlichkeitslimes beträgt unter Verwendung der Koeffizienten der Ask-Raten

$$-(a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}})(a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} - (a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}})).$$

Der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 3$ fällt sowohl am Spot- als auch am Forwardmarkt stets höher aus als der Koeffizient in Zustand $z_{t-1} = 1$ ($a_{s,3}^{\text{ask}} > a_{s,1}^{\text{ask}}$ und $a_{f,3}^{\text{ask}} > a_{f,1}^{\text{ask}}$). Darüber hinaus ergeben sich am Forwardmarkt, im Vergleich zum Spotmarkt betragsmäßig höhere Differenzen zwischen den Koeffizienten. Damit sind beide Faktoren (also $(a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}})$ und $(a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} - (a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}))$) stets positiv. Unter Berücksichtigung des negativen Vorzeichens ergibt sich damit für p_{13} in allen Fällen ein negativer Koeffizient.

Der Koeffizient für p_{12} im Zähler des Wahrscheinlichkeitslimes beläuft sich unter Verwendung der Koeffizienten der Ask-Raten auf

$$-((a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} - (a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}))(a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}) + (a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} - (a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}}))(a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}})).$$

Im Fall von $(a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} - (a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}))(a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}})$ muss berücksichtigt werden, dass das Größenverhältnis der Koeffizienten $a_{s,1}^{\text{ask}}$ und $a_{s,2}^{\text{ask}}$ ebenso wie das Größenverhältnis von $a_{f,1}^{\text{ask}}$ und $a_{f,2}^{\text{ask}}$ von $\varphi = p_{11} - p_{13}$ abhängt. Gilt $\varphi < 1/2$, fällt $a_{s,2}^{\text{ask}}$ höher aus als $a_{s,1}^{\text{ask}}$ und $a_{f,2}^{\text{ask}}$ höher als $a_{f,1}^{\text{ask}}$. Die Differenz zwischen den einzelnen Koeffizienten ist damit stets positiv. Da für $\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$ darüber hinaus gilt, dass die betragsmäßigen Differenzen zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt, sind beide Klammerausdrücke stets positiv. Gilt hingegen $\varphi > 1/2$, liegen die Koeffizienten in Zustand $z_{t-1} = 1$ am Spot- und Forwardmarkt über denen in Zustand $z_{t-1} = 2$. Damit ergeben sich stets negative Differenzen, die unter den getroffenen Annahmen am Forwardmarkt betragsmäßig größer ausfallen als am Spotmarkt. Beide Klammerausdrücke sind damit negativ, was insgesamt in einem positiven Produkt resultiert. Sowohl für $\varphi < 1/2$ als auch für $\varphi > 1/2$ wird $(a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} - (a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}}))(a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}})$ damit positiv.

Für die Koeffizienten in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 3$ gilt stets $a_{s,3}^{\text{ask}} > a_{s,2}^{\text{ask}}$ und $a_{f,3}^{\text{ask}} > a_{f,2}^{\text{ask}}$. Mit $\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$ fallen die Koeffizienten am Forwardmarkt höher aus als am Spotmarkt. Darüber hinaus ergeben sich in diesem Fall am Forwardmarkt betragsmäßig höhere Differenzen zwischen den Koeffizienten. Damit fällt auch $(a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} - (a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}}))(a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}})$ positiv aus. Unter Berücksichtigung des negativen Vorzeichens ergibt sich damit für p_{12} insgesamt ein negativer Koeffizient.

Unter der Bedingung $\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$ wird der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters damit für $k = 0$ stets negativ. Dies beweist Proposition 3 (ii).

Beweis von Proposition 3 (iii)

Gemäß 3.13 gelten zwischen den Koeffizienten der Ask- und Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt die folgenden Zusammenhänge

$$\begin{aligned} a_{s,1}^{\text{ask}} &= -a_{s,3}^{\text{bid}}, & a_{s,2}^{\text{ask}} &= -a_{s,2}^{\text{bid}}, & a_{s,3}^{\text{ask}} &= -a_{s,1}^{\text{bid}}, \\ a_{f,1}^{\text{ask}} &= -a_{f,3}^{\text{bid}}, & a_{f,2}^{\text{ask}} &= -a_{f,2}^{\text{bid}}, & a_{f,3}^{\text{ask}} &= -a_{f,1}^{\text{bid}}. \end{aligned}$$

Unter Vernachlässigung eines direkten Effektes der Portfolio Shifts der Noise Trader ($k = 0$) ergibt sich aus diesen Zusammenhängen für die für den Wahrscheinlichkeitslimes relevanten

Differenzen zwischen den Koeffizienten

$$\begin{aligned} a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}} &= a_{s,3}^{\text{bid}} - a_{s,1}^{\text{bid}}, & a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} &= a_{f,3}^{\text{bid}} - a_{f,1}^{\text{bid}}, \\ a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}} &= a_{s,3}^{\text{bid}} - a_{s,2}^{\text{bid}}, & a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} &= a_{f,3}^{\text{bid}} - a_{f,2}^{\text{bid}}, \\ a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}} &= a_{s,2}^{\text{bid}} - a_{s,1}^{\text{bid}}, & a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} &= a_{f,2}^{\text{bid}} - a_{f,1}^{\text{bid}}. \end{aligned}$$

Der Koeffizient der Wahrscheinlichkeit für einen Zustandswechsel (p_{13})

$$-(a_{s,3} - a_{s,1})(a_{f,3} - a_{f,1} - (a_{s,3} - a_{s,1}))$$

fällt für Ask- und Bid-Raten identisch aus. Während sich im Fall der Ask-Raten in Zustand $z_{t-1} = 3$ der höchste Koeffizient ergibt, so dass die Differenz zwischen den Koeffizienten $a_{s,3}$ und $a_{s,1}$ sowie zwischen $a_{f,3}$ und $a_{f,1}$ positiv ausfällt, ergibt sich im Fall der Bid-Raten in Zustand $z_{t-1} = 1$ der betragsmäßig höchste Koeffizient. Allerdings fallen die Koeffizienten der Bid-Raten negativ aus (es gilt $a_{s,1}^{\text{bid}} = -a_{s,3}^{\text{ask}}$ und $a_{f,1}^{\text{bid}} = -a_{f,3}^{\text{ask}}$). Damit wird $a_{s,3} - a_{s,1}$ ebenso wie $a_{f,3} - a_{f,1}$ auch im Fall der Bid-Raten positiv. Die bezüglich der Differenzen zwischen den Koeffizienten der Ask-Raten in den Zuständen $z_{t-1} = 3$ und $z_{t-1} = 1$ gezogenen Schlussfolgerungen lassen sich damit vollständig auf die Differenzen zwischen den Koeffizienten der Bid-Raten übertragen. Auch unter Verwendung der Koeffizienten der Bid-Raten, wird der Koeffizient für p_{13} im Zähler des Wahrscheinlichkeitslimes negativ.

Auch für den Koeffizienten für p_{12}

$$-((a_{f,2} - a_{f,1} - (a_{s,2} - a_{s,1}))(a_{s,2} - a_{s,1}) + (a_{f,3} - a_{f,2} - (a_{s,3} - a_{s,2}))(a_{s,3} - a_{s,2}))$$

ergibt sich unter Verwendung der Ask- und Bid-Raten das gleiche Ergebnis.

Es gilt $a_{s,3}^{\text{ask}} - a_{s,2}^{\text{ask}} = a_{s,2}^{\text{bid}} - a_{s,1}^{\text{bid}}$ und $a_{f,3}^{\text{ask}} - a_{f,2}^{\text{ask}} = a_{f,2}^{\text{bid}} - a_{f,1}^{\text{bid}}$. Damit entsprechen die Differenzen zwischen den Ask-Raten Koeffizienten in den Zuständen $z_{t-1} = 3$ und $z_{t-1} = 2$ am Spot- und Forwardmarkt den Differenzen zwischen den Koeffizienten der Bid-Raten in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 1$. Die bezüglich der Differenzen zwischen den Koeffizienten der Ask-Raten in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 3$ gezogenen Schlussfolgerungen lassen sich daher vollständig auf die Differenzen zwischen den Bid-Raten Koeffizienten in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 1$ übertragen. Der Bid-Raten Koeffizient fällt in Zustand $z_{t-1} = 1$ betragsmäßig am höchsten aus. Da die Koeffizienten der Bid-Raten negativ sind, ergibt sich sowohl für $a_{s,2}^{\text{bid}} - a_{s,1}^{\text{bid}}$ als auch für $a_{f,2}^{\text{bid}} - a_{f,1}^{\text{bid}}$ ein positives Ergebnis. Für $\beta_f > \beta_s$ fallen die Differenzen zwischen den Koeffizienten am Forwardmarkt darüber hinaus betragsmäßig höher aus als am Spotmarkt. Daher wird $(a_{f,2} - a_{f,1} - (a_{s,2} - a_{s,1}))(a_{s,2} - a_{s,1})$ unter Verwendung der Bid-Raten Koeffizienten stets positiv.

Darüber hinaus gilt $a_{s,2}^{\text{ask}} - a_{s,1}^{\text{ask}} = a_{s,3}^{\text{bid}} - a_{s,2}^{\text{bid}}$ und $a_{f,2}^{\text{ask}} - a_{f,1}^{\text{ask}} = a_{f,3}^{\text{bid}} - a_{f,2}^{\text{bid}}$. Damit lassen sich die im Beweis der Proposition 3 (ii) für die Differenz der Ask-Raten Koeffizienten in den Zuständen $z_{t-1} = 2$ und $z_{t-1} = 1$ aufgezeigten Zusammenhänge vollständig auf die Differenzen zwischen den Bid-Raten Koeffizienten in den Zuständen $z_{t-1} = 3$ und $z_{t-1} = 2$ übertragen. Unter Verwendung der Bid-Raten Koeffizienten wird $(a_{f,3} - a_{f,2} - (a_{s,3} - a_{s,2}))(a_{s,3} - a_{s,2})$ damit ebenfalls stets positiv. Unter Berücksichtigung des negativen Vorzeichens ergibt sich für p_{12} damit insgesamt ein negativer Koeffizient.

Der Wahrscheinlichkeitslimes fällt damit unter den getroffenen Annahmen auch im Fall der Bid-Raten negativ aus. Dies beweist Proposition 3 (iii).

In diesem Abschnitt wurde dargestellt, dass sich das Forward Premium Puzzle im Modell unter Berücksichtigung der unterschiedlichen am Markt aktiven Akteure erzeugen lässt. Das Puzzle tritt auf, ohne dass ein direkter Effekt des Noise Tradings auf den Wechselkurs benötigt wird. Eine hinreichende Bedingung für das Puzzle besteht darin, dass sowohl Noise Trader als auch Informierte am Spot- und Forwardmarkt handeln und dass deren Anteile am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt. Die Tatsache, dass Noise Trader in unterschiedlichen Marktkonstellationen mehr oder weniger ausgeprägt am Markt aktiv sind, lässt das für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehende adverse selection Problem zeitlich schwanken, was im Forward Premium Puzzle resultiert.

Das folgende Beispiel verdeutlicht, dass sich die für einen negativen Steigungsparameter der UIP-Regression erforderliche negative Kovarianz zwischen der erwarteten Wechselkursänderung am Spotmarkt und dem Forward-Spot Spread recht einfach generieren lässt.

Der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression beläuft sich auf

$$\text{plim } c = \frac{\text{Cov}(\zeta, v)}{\text{Var}(v)}.$$

Um einen negativen Steigungsparameter der UIP-Regression zu erhalten, wird demnach eine negative Kovarianz zwischen der erwarteten Wechselkursänderung (ζ) und dem Forward-Spot Spread (v) benötigt. Für das nachfolgende Beispiel wird vereinfachend angenommen, dass alle Noise Trader stets das gleiche Signal erhalten ($q = 1$), dass sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Noise Trader in t im gleichen Zustand verbleiben, wie in $t - 1$ auf 75% beläuft ($p = 3/4$) und dass gilt $p_{12} = 0$. Darüber hinaus wird angenommen, dass sich die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Spotmarkt auf 5% und am Forwardmarkt auf 10% belaufen. Damit ergeben sich in den Zuständen $z_{t-t} = 1$ und $z_{t-1} = 3$ im Erwartungswert die folgenden Ask-Raten am Spotmarkt

$$E(s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 1)) = \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s(2(1 - p_{11}))(2q - 1)}e_d = \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s/2}e_d = 0,0512821e_d$$

und

$$E(s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 3)) = \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s}e_d = 0,0526316e_d.$$

Um Aussagen über die Kovarianz zwischen der Wechselkursänderung und dem Forward-Spot Spread treffen zu können, werden darüber hinaus die für $t + 1$ erwarteten Ask-Raten am Spotmarkt in den unterschiedlichen Zuständen benötigt. Diese ergeben sich als gewogener Durchschnitt der gesetzten Ask-Raten in den beiden Zuständen mit den Wahrscheinlichkeiten für einen Zustandswechsel bzw. den Verbleib im jeweiligen Zustand als Gewichte. Da für $p_{12} = 0$ gilt $p_{13} = 1 - p_{11}$, folgt für die erwarteten Ask-Raten in $t + 1$ in den Zuständen $z_t = 1$ und $z_t = 3$ unter der Restriktion $p_{11} = p_{33}$

$$E(s_{t+1}^{\text{ask}}(z_t = 1)) = p_{11} \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s/2}e_d \right) + (1 - p_{11}) \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s}e_d \right) = 0,051624e_d$$

und

$$E(s_{t+1}^{\text{ask}}(z_t = 3)) = p_{11} \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s}e_d \right) + (1 - p_{11}) \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s/2}e_d \right) = 0,0522942e_d.$$

Die Wechselkursänderungserwartung in den beiden Zuständen beläuft sich damit auf

$$E(s_{t+1}^{\text{ask}}(z_t = 1) - s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 1)) =$$

$$p_{11} \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s/2} e_d \right) + (1 - p_{11}) \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s} e_d \right) - \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s/2} e_d = 0,0003374 e_d$$

sowie

$$E(s_{t+1}^{\text{ask}}(z_t = 3) - s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 3)) =$$

$$p_{11} \left(\frac{\alpha_s}{1 - \beta_s} \right) + (1 - p_{11}) \left(\frac{\alpha_s}{a - \beta_s/2} \right) - \frac{\alpha_s}{1 - \beta_s} = -0,0003374 e_d.$$

Die erwartete Wechselkursänderung fällt somit in Zustand 1 positiv und in in Zustand 3 negativ aus.

Unter den getroffenen Annahmen betragen die Forward-Ask-Raten in den unterschiedlichen Zuständen

$$f_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 1) = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f(2(1 - p_{11}))(2q - 1)} e_d = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f/2} e_d = 0,105263 e_d$$

und

$$f_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 3) = \frac{\alpha_f}{1 - \beta_f} e_d = 0,111111 e_d.$$

Damit ergeben sich für die Zustände 1 und 3 die folgenden Forward-Spot Spreads

$$f_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 1) - s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 1) = (0,105263 - 0,0512821) e_d = 0,0539811 e_d$$

sowie

$$f_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 3) - s_t^{\text{ask}}(z_{t-1} = 3) = (0,111111 - 0,0526316) e_d = 0,0584795 e_d.$$

Obwohl die erwartete Wechselkursänderung in Zustand 3 negativ und in Zustand 1 positiv ausfällt, ergibt sich in Zustand 3 ein höherer Forward-Spot Spread als in Zustand 1. Damit besteht ein negatives Verhältnis zwischen der erwarteten Wechselkursänderung und dem Forward-Spot Spread, was in einem negativen Wahrscheinlichkeitslimes resultiert.

3.3.4 Zusammenfassung und Diskussion

In den Abschnitten 3.3.2 und 3.3.3 wurde aufgezeigt, dass sich das Forward Premium Puzzle im Modell sowohl unter ausschließlicher Berücksichtigung möglicher Portfolio Shifts der Noise Trader ($e_d = 0$) als auch unter Vernachlässigung eines direkten Einflusses des Verhaltens der Noise Trader auf den Wechselkurs ($k = 0$) abbilden lässt.

Soll das Puzzle im Modell ausschließlich über Noise Trading erklärt werden, sind allerdings sehr restriktive Annahmen bezüglich des Verhaltens der Noise Trader zu treffen. So tritt das

Puzzle in diesem Fall nur dann auf, wenn sich die Anteile der Noise Trader am Spotmarkt in bestimmten Intervallen bewegen. Sofern der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt höher ausfällt als am Forwardmarkt, ergibt sich ein recht breites Intervall, für das ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes möglich ist. Allerdings wird der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt im Vergleich zum Spotmarkt aufgrund des deutlich niedrigeren Umsatzes am Forwardmarkt selbst dann höher ausfallen, wenn die Noise Trader eine leicht größere Präferenz für den Spotmarkt haben. Für $\beta_f > \beta_s$ wird das für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes notwendige Intervall sehr schmal. Da das Forward Premium Puzzle ein systematisches Phänomen darstellt, ließe sich das Puzzle über das Verhalten der Noise Trader lediglich dann erklären, wenn die Anteile der Noise Trader in allen Währungspaaren innerhalb des schmalen Intervalls lägen. Dies und die Tatsache, dass die für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters notwendigen Anteile der Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt sowohl für $\beta_s > \beta_f$ als auch für $\beta_f > \beta_s$ im Fall einer hohen Wahrscheinlichkeit für den Verbleib der Noise Trader im jeweiligen Zustand (d.h. im Fall hoher Werte für p_{11}) sehr hoch ausfallen, deutet darauf hin, dass das Puzzle nicht allein durch Noise Trading hervorgerufen wird.

Werden hingegen lediglich private Informationen und das daraus resultierende adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten berücksichtigt, lässt sich das Puzzle im Modell unter der Annahme darstellen, dass informierte Akteure und Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt aktiv sind und dass deren Anteile am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt ($\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$). Werden Noise Trader nicht berücksichtigt ($\beta_s = \beta_f = 0$), so ergibt sich im Modell kein negativer Wahrscheinlichkeitslimes. Den Ergebnissen des Modells zufolge ist die Anwesenheit der Noise Trader auch ohne einen direkten Effekt ihrer Portfolio Shifts ($k = 0$) auf den Wechselkurs erforderlich, um das Puzzle erklären zu können. Das Forward Premium Puzzle resultiert daraus, dass Noise Trader in unterschiedlichen Marktkonstellationen (d.h. im Fall unterschiedlicher Zustände in $t - 1$) mehr oder weniger stark am Markt aktiv sind und damit das für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehende Problem adverser Selektion zeitlich schwanken lassen. Je mehr Noise Trader am Markt aktiv sind, desto niedriger der relative Anteil der Informierten und damit das adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten. Sind hingegen weniger Noise Trader aktiv, fällt der relative Anteil der Informierten höher aus, was die Wahrscheinlichkeit dafür erhöht, dass eine beim Market Maker eingegangene Order von einem Informierten stammt. Im Folgenden wird nun abschließend dargestellt, welche Effekte sich ergeben, wenn der Einfluss des Noise Tradings und der privaten Informationen gemeinsam berücksichtigt werden.

Sofern die in den Abschnitten 3.3.2 und 3.3.3 genannten Bedingungen für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes gemeinsam erfüllt sind, fällt der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters auch insgesamt negativ aus. Allerdings wurde bereits darauf hingewiesen, dass Noise Trading allein eher einen positiven Wahrscheinlichkeitslimes zur Folge hat, wenn angenommen wird, dass der Anteil der Noise Trader am Forwardmarkt höher ausfällt als am Spotmarkt. Von Interesse ist daher, unter welchen Bedingung der Wahrscheinlichkeitslimes für $\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$ insgesamt negativ ausfällt. Werden sowohl die Portfolio Shifts der Noise Trader als auch die privaten Informationen berücksichtigt, beläuft sich der Wahrscheinlichkeitslimes auf

$$\text{plim } c = \frac{2(1+p_{12})(-(d_{f,21}-d_{s,21})d_{s,21}+(d_{f,32}-d_{s,32})d_{s,32})p_{12}+(d_{s,21}+d_{s,32})(d_{s,21}-d_{f,21}+d_{s,32}-d_{f,32})p_{13})}{(d_{f,21}-d_{s,21}+d_{f,32}-d_{s,32})^2+2((d_{f,21}-d_{s,21})^2+(d_{f,32}-d_{s,32})^2)}.$$

Dabei gilt zum Beispiel $d_{f,32} = (a_{f,3} + b_{f,3}k_r) - (a_{f,2} + b_{f,2}k_r)$ und $d_{s,32} = (a_{s,3} + b_{s,3}k_r) - (a_{s,2} + b_{s,2}k_r)$ sowie $k_r = k/e_d$. Während a die Koeffizienten der Standardabweichung der

Innovation der privaten Informationskomponente e_d darstellt, steht b für die Koeffizienten des Parameters k , der den potentiellen Einfluss der Portfolio Shifts der Noise Trader angibt.

Für die Höhe des Wahrscheinlichkeitslimes ist insbesondere die Größe k/e_d bedeutend, mit der die b -Koeffizienten multipliziert werden. Diese gibt das Verhältnis des Einflusses der Portfolio Shifts zum Einfluss der privaten Informationen auf den Wechselkurs an. Wie die Literatur zur Mikrostruktur, und hier insbesondere der Literaturzweig des Strong Flow Centric View belegt, spielen private Informationen für das Verhalten des Wechselkurses eine wichtige Rolle und gelangen erst über die Transaktionen der Informierten in den Wechselkurs.²⁰⁹ Gemäß dem Strong Flow Centric View enthalten private Informationen relevante News über den Wert der Währung und beeinflussen den Wert der Währung daher dauerhaft. Hier sind insbesondere die Arbeiten von Evans und Lyons (2008) und Love und Payne (2008) zu erwähnen. Die Ergebnisse in Evans und Lyons (2008) verdeutlichen, dass rund 30% der täglichen Wechselkursvarianz auf relevante News zurückgehen und dass diese zu über 2/3 über Transaktionen in den Wechselkurs gelangen. Auch Love und Payne (2008) weisen einen Zusammenhang zwischen der Veröffentlichung makroökonomischer News und dem Order Flow nach. Im Anschluss an die Veröffentlichung relevanter Informationen steigt der Order Flow deutlich an. Die Wirkung der News auf den Wechselkurs geht Love und Payne (2008) zufolge zu rund 1/3 auf Order Flow zurück.

Die besondere Bedeutung privater Informationen für den Wechselkurs stellt Evans (2002) heraus. Er kommt in seiner Arbeit zu dem Schluss, dass Informationen, die nicht allen Akteuren gleichermaßen zur Verfügung stehen, also private Informationen, bis zu 80% der Wechselkursvarianz erklären können. Der Effekt der privaten Informationen nimmt dabei mit steigender Handelsintensität zu. Nach Ansicht von Evans (2002) geht die Dynamik im Wechselkursverhalten damit zum größten Teil auf private Informationen zurück. Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Rolle privater Informationen kommt auch Payne (2003), der schlussfolgert, dass rund 60% des Bid-Ask Spreads und 40% der gesamten Wechselkursänderungen aus informationsbasierten Transaktionen resultieren.

Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass private Informationen den Wechselkurs deutlich stärker beeinflussen als Portfolio Shifts der Noise Trader, was den Einfluss der Komponente der Portfolio Shifts auf den Wahrscheinlichkeitslimen im Vergleich zum Einfluss der privaten Informationskomponente schmälert. Ist der Einfluss der privaten Informationen auf den Wechselkurs im Verhältnis zum Einfluss der Portfolio Shifts hinreichend hoch, wird der Effekt der privaten Informationskomponente den Effekt der Portfolio Shifts überkompensieren, so dass sich für $\alpha_f > \alpha_s$ und $\beta_f > \beta_s$ auch insgesamt ein negativer Wahrscheinlichkeitslimen ergibt.

Eine weitere Eigenschaft des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Modells stellt die besondere Rolle des Spotmarktes dar. Anders als im Modell in Burnside et al. (2009) wird hier explizit berücksichtigt, dass sich der Market Maker am Spot- und Forwardmarkt den gleichen adverse selection Problemen gegenüberstellt. Wird der Spotmarkt vernachlässigt, ergibt sich im Modell kein Forward Premium Puzzle. Dies folgt direkt aus der Gleichung des Wahrscheinlichkeitslimes. Sofern der Spotmarkt unberücksichtigt bleibt, belaufen sich die Koeffizienten am Spotmarkt allesamt auf Null. Demnach betragen auch die Differenzen zwischen den Koeffizienten am Spotmarkt (in der Formel des Wahrscheinlichkeitslimes mit $d_{s,21}$ und $d_{s,32}$ bezeichnet) Null, was letztlich in einem Wahrscheinlichkeitslimen in Höhe von Null resultiert.

²⁰⁹Siehe hierzu zum Beispiel die Arbeiten von French und Roll (1986), Hasbrouck (1991), Rime (2000), Evans und Lyons (2002), Evans (2002) sowie von Payne (2003).

Darüber hinaus benötigt das in dieser Arbeit entwickelte Modell zur Erklärung des Forward Premium Puzzles, im Gegensatz zum Modell in Burnside et al. (2009), keine Korrelation zwischen den Käufen und Verkäufen durch die Liquidity Trader und den öffentlich verfügbaren Informationen. In ihrem Modell unterstellen Burnside et al. (2009) eine positive Korrelation zwischen den öffentlichen Informationen und Käufen der Auslandswährung durch die Uninformierten. Das für das Puzzle verantwortliche adverse selection Problem des Market Makers gegenüber den Informierten ist in Burnside et al. (2009) immer dann besonders ausgeprägt, wenn der Market Maker eine Order erhält, die sich nicht auf die öffentlichen Informationen zurückführen lässt. Da die Uninformierten die Auslandswährung mit größerer Wahrscheinlichkeit kaufen, wenn die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Währung anzeigen, geht eine vom Market Maker in dieser Situation erhaltene Verkauforder mit größerer Wahrscheinlichkeit auf einen Informierten zurück, was das adverse selection Problem des Market Makers erhöht. Damit schwankt das adverse selection Problem des Market Makers im Modell nach Burnside et al. (2009) in Abhängigkeit von der Ausprägung der öffentlichen Informationen und der Handelsstrategie der Uninformierten. Entsprechend der Definition öffentlicher Informationen nach French und Roll (1986) sollten sich diese aber im Moment der Veröffentlichung im Preis niederschlagen. Aus diesem Grund bieten öffentliche Informationen keinen Informationsvorsprung, so dass auf ihnen basierende Transaktionen keinerlei Vorteil und damit auch keinerlei Profit versprechen. Wie bereits in Abschnitt 2.3.1 erwähnt, wird diese Schlussfolgerung von einer Vielzahl von Arbeiten zur Mikrostruktur unterstützt. Hier sei erneut auf die Arbeiten von Hasbrouck (1991), Madhavan et al. (1997), Fleming und Remolona (1999) sowie von Evans und Lyons (2008) verwiesen, die alle davon ausgehen, dass ein Handeln auf Grundlage öffentlicher Informationen nicht mit positiven Rückflüssen verbunden ist.

Das hier vorliegende Modell unterstellt keine Korrelation zwischen dem Verhalten der Liquidity Trader und den öffentlichen Informationen. Zwar wird das Puzzle auch hier auf das für den Market Maker gegenüber den Informierten bestehende adverse selection Problem zurückgeführt, die zeitliche Schwankung resultiert dabei allerdings daraus, dass neben den Informierten und den Liquidity Tradern zusätzlich Noise Trader berücksichtigt werden, die in unterschiedlichen Marktsituationen mehr oder weniger stark aktiv sind, was das adverse selection Problem des Market Makers zeitlich schwanken lässt.

Insgesamt weisen die Ergebnisse des theoretischen Modells darauf hin, dass Informierte und Noise Trader am Spot- und Forwardmarkt für das Auftreten des Forward Premium Puzzle eine wichtige Rolle spielen. Die Tatsache, dass das Puzzle ohne Berücksichtigung des Spotmarktes im Modell nicht auftritt zeigt, dass es darauf ankommt, dass der Market Maker am Spot- und Forwardmarkt mit dem gleichen Problem adverser Selektion gegenüber den Informierten konfrontiert wird. Sowohl am Spot- als auch am Forwardmarkt nutzen die Informierten demnach ihren überlegenen Informationsstand über zukünftige Wechselkursentwicklungen in Geschäften mit den Market Makern aus, und handeln lediglich zu Preisen, die ihnen Gewinne und dem Market Maker erwartete Verluste entstehen lassen. Der Market Maker wird daher im Rahmen der Preissetzung am Spot- und Forwardmarkt die Wahrscheinlichkeit dafür berücksichtigen, dass eine bei ihm eingegangene Order auf einen Informierten zurückgeht. Dies wird dadurch erschwert, dass Noise Trader in unterschiedlichen Situationen (d.h. je nach Zustand in $t - 1$) mehr oder weniger stark am Spot- und Forwardmarkt handeln und damit den relativen Anteil der Informierten erhöhen oder verringern. Interessant ist dabei insbesondere, dass das Puzzle zwar zum größten Teil auf die privaten Informationen zurückgeht, was sich mit der Literatur zur Mikrostruktur des Devisenmarktes deckt, die die besondere Rolle privater Informationen für die Dynamik im

Wechselkursverhalten unterstreicht, dass sich aber ohne die gleichzeitige Berücksichtigung der Noise Trader kein Forward Premium Puzzle ergibt. Dabei ist es für das Auftreten des Puzzles unerheblich, ob ein direkter Effekt der Portfolio Shifts der Noise Trader auf den Wechselkurs berücksichtigt wird oder nicht. Sofern ein Großteil der Wechselkursdynamik auf private Informationen zurückgeht, lässt sich schlussfolgern, dass diese den Wechselkurs deutlich stärker beeinflussen als die Portfolio Shifts der Noise Trader. Der Effekt der privaten Informationskomponente auf den Wahrscheinlichkeitslimes sollte daher deutlich überwiegen, so dass sich ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, wenn die Anteile der Informierten und der Noise Trader am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt.

Fazit

Das Forward Premium Puzzle war und ist Bestandteil einer Vielzahl empirischer und theoretischer Untersuchungen. Wie das erste Kapitel der vorliegenden Arbeit aufzeigt, lässt sich das Puzzle unter Verwendung traditioneller Standardmodelle allerdings nur teilweise erklären. Dies liegt zum größten Teil darin begründet, dass traditionelle Modelle den Devisenmarkt implizit als walrasianischen Markt modellieren, auf dem alle Akteure zur gleichen Zeit über identische Informationen verfügen. Die in den Modellen unterstellte Struktur bildet den Devisenmarkt allerdings nicht treffend ab. Vielmehr handelt es sich beim Devisenmarkt um einen dezentralisierten over the counter Markt, auf dem der Handel über Market Maker abgewickelt wird. Darüber hinaus vernachlässigen die meisten Modelle, dass am Devisenmarkt Akteure mit unterschiedlichsten Informationsständen und Handelsstrategien aktiv sind. Die Literatur zur Mikrostruktur des Devisenmarktes und hier insbesondere der Literaturzweig des Strong Flow Centric View zeigt allerdings auf, dass ein Großteil der Dynamik im Wechselkursverhalten auf private Informationen zurückgeht.²¹⁰

In ihrem auf Glosten und Milgrom (1985) basierenden Modell ziehen Burnside et al. (2009) explizit in Betracht, dass sich der Market Maker am Devisenmarkt unterschiedlich informierten Akteuren gegenübersteht. Neben uninformierten Akteuren, die genau wie der Market Maker lediglich die öffentlich verfügbaren Informationen erhalten, werden im Modell zusätzlich informierte Akteure berücksichtigt, die ihren überlegenen Informationsstand in Geschäften mit dem Market Maker ausnutzen.²¹¹ Das Modell berücksichtigt damit erstmalig, dass sich der Market Maker am Devisenmarkt aufgrund der unterschiedlichen Informationsstände der Marktteilnehmer einem adverse selection Problem gegenübersteht. Die Ergebnisse des Modells deuten darauf hin, dass sich das Forward Premium Puzzle potentiell auf das adverse selection Problem des Market Makers zurückführen lässt.

Auch das im Hauptkapitel dieser Arbeit entwickelte Modell berücksichtigt, dass am Devisenmarkt unterschiedlich informierte Akteure aktiv sind und erweitert das Modell aus Burnside et al. (2009) dabei in drei wesentlichen Punkten.

Die erste Erweiterung betrifft die in Burnside et al. (2009) unterstellte Handelsstrategie der uninformierten Akteure. Burnside et al. (2009) unterstellen, dass die Transaktionen der Uninformierten mit den öffentlich beobachtbaren Informationen korreliert sind. Öffentliche Informationen, die eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen, resultieren im Modell in Käufen der Auslandswährung durch die Uninformierten. Diese Korrelation wird im Modell nach Burnside et al. (2009) zur Erklärung des Forward Premium Puzzles benötigt. Entsprechend der Definition öffentlicher Informationen in French und Roll (1986)

²¹⁰Siehe hierzu die in Kapitel 2.1 und insbesondere 2.1.2 angesprochenen Arbeiten.

²¹¹Die unterschiedlichen Informationsstände der Akteure können dabei zum einen daraus resultieren, dass sie öffentliche Informationen unterschiedlich effizient nutzen oder daraus, dass einige Akteure zusätzlich zu den öffentlichen Informationen private, bessere Informationen erhalten.

sind diese im Moment der Veröffentlichung allerdings allen Marktteilnehmern bekannt und unmittelbar im Preis enthalten. Ein Handeln auf Grundlage der öffentlichen Informationen verspricht daher keine Profite. Aus diesem Grund wird im Rahmen des in der vorliegenden Arbeit entwickelten Modells angenommen, dass die Transaktionen der uninformierten Liquidity Trader von den öffentlichen Informationen vollkommen unabhängig sind.

Während der Market Maker im Modell nach Burnside et al. (2009) lediglich auf dem Forwardmarkt mit einem adverse selection Problem konfrontiert wird, unterstellt das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Modell, dass sich der Market Maker am Spot- und Forwardmarkt dem gleichen Problem gegenüberstellt. Eine Vernachlässigung des Spotmarktes lässt den vorausschauenden Charakter des Wechselkurses außer Acht. Darüber hinaus machen Geschäfte am Spotmarkt den überwiegenden Teil des Devisenhandels aus,²¹² was ebenfalls dafür spricht, den Spotmarkt zu berücksichtigen. Die explizite Berücksichtigung des Spotmarktes stellt die zweite Erweiterung gegenüber dem Modell in Burnside et al. (2009) dar.

Die dritte und letzte Erweiterung besteht darin, dass das hier entwickelte Modell neben den unterschiedlich informierten Akteuren zusätzlich berücksichtigt, dass am Markt Akteure mit unterschiedlichen Handelsstrategien aktiv sind. Wie die in Kapitel 2.3.3 angesprochenen Arbeiten aufzeigen, hat die technische Wechselkursanalyse in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen. Aus diesem Grund werden im Modell auch technische Analysten bzw. Noise Trader erfasst. Insgesamt werden mit Informierten, Noise Tradern und uninformierten Liquidity Tradern im Modell somit drei Gruppen handelnder Akteure betrachtet.

Für den Market Maker bestehen in dem im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Modell aufgrund der Anwesenheit der Informierten und der Noise Trader zwei adverse selection Probleme. Gegenüber den Informierten resultiert das Problem daraus, dass die Informierten ihre überlegenen Informationen ausnutzen und nur zu Preisen handeln, die dem Market Maker erwartete Verluste entstehen lassen. Das Problem gegenüber den Noise Tradern entsteht, da die Portfolio Shifts der Noise Trader einen potentiellen Effekt auf den Wechselkurs haben und damit zu möglichen transitorischen Schwankungen des gleichgewichtigen Wechselkurses führen, was für den Market Maker ebenfalls in Verlusten resultieren würde. Aus diesem Grund wird der Market Maker im Rahmen der Preissetzung alle ihm zur Verfügung stehenden Informationen nutzen. Diese Informationen umfassen neben den öffentlich verfügbaren Informationen in t auch den Zustand der Noise Trader und die Ausprägung der privaten Informationskomponente in $t - 1$. Darüber hinaus berücksichtigt der Market Maker bereits, dass ein Akteur den von ihm gesetzten Preis akzeptiert. Die vom Market Maker gesetzten Ask- und Bid-Raten am Spot- und Forwardmarkt entsprechen damit den bedingten Erwartungen unter Berücksichtigung aller verfügbaren Informationen.

Insgesamt deuten die Ergebnisse des Modells darauf hin, dass das Puzzle nicht aus den Portfolio Shifts der Noise Trader resultiert. Zwar lässt sich im Modell unter ausschließlicher Berücksichtigung der Noise Trader ein negativer Steigungsparameter der UIP-Regression erzeugen, hierzu sind allerdings sehr restriktive Annahmen zu treffen. Das Puzzle ergibt sich unter Vernachlässigung des Effektes privater Informationen auf den Wechselkurs vornehmlich dann, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt über deren Anteil am Forwardmarkt liegt. Selbst wenn die Informierten eine leicht größere Präferenz für Geschäfte auf dem Spotmarkt haben sollten, wird ihr Anteil dort aufgrund des deutlich höheren Umsatzes allerdings geringer ausfallen als am Forwardmarkt. Das Puzzle lässt sich im Modell unter Vernachlässigung der Informierten zwar auch dann erzeugen, wenn der Anteil der

²¹²Siehe hierzu die Untersuchungen der Bank for International Settlements (2005, 2007, 2010).

Noise Trader am Spotmarkt niedriger ausfällt als am Forwardmarkt, der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt muss sich dann aber in einem sehr schmalen Intervall bewegen, was inkompatibel mit einem systematischen Auftreten des Puzzles der ungedeckten Zinsparität erscheint. Darüber hinaus fällt der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes erforderliche Anteil von Noise Tradern am Spotmarkt im Fall einer hohen Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Noise Trader eingegangene Positionen nicht wechseln, sehr hoch aus.

Betrachtet man hingegen ausschließlich den Effekt der privaten Informationen, wobei unterstellt wird, dass die Portfolio Shifts der Noise Trader keinen direkten Effekt auf den Wechselkurs haben, lässt sich das Puzzle recht einfach erzeugen. Eine hinreichende Bedingung für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes besteht im Modell darin, dass Informierte und Noise Trader gemeinsam sowohl am Spot- als auch am Forwardmarkt aktiv sind und dass deren Anteile am Forwardmarkt höher ausfallen als am Spotmarkt. Da Noise Trader in unterschiedlichen Marktkonstellationen unterschiedlich stark am Spot- und Forwardmarkt handeln, erhöhen oder verringern sie den relativen Anteil der Informierten an den beiden Märkten und erzeugen damit ein Schwanken des adverse selection Problems des Market Makers. Die Ergebnisse des Modells zeigen darüber hinaus, dass sich das Puzzle unter Vernachlässigung des Spotmarktes nicht einstellt. Für das Auftreten des Puzzles im Modell ist es damit erforderlich, dass der Market Maker am Spot- und Forwardmarkt mit dem gleichen Problem adverser Selektion konfrontiert wird.

Werden die Effekte der Portfolio Shifts und der privaten Informationen gemeinsam betrachtet, muss berücksichtigt werden, dass sich entsprechend der Literatur zur Mikrostruktur des Devisenmarktes der größte Teil der Wechselkursdynamik auf private Informationen zurückführen lässt. Das Verhältnis zwischen dem Einfluss der privaten Informationen und der Portfolio Shifts unter den Noise Tradern auf den Wechselkurs spielt im Modell für den Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters der UIP-Regression eine wichtige Rolle. Wird der Einfluss der privaten Informationskomponente auf den Wechselkurs in Relation zum Einfluss der Portfolio Shifts hinreichend groß, überwiegt der Effekt der privaten Informationskomponente auf den Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters. In diesem Fall wird der Wahrscheinlichkeitslimes insgesamt auch in Situationen negativ, in denen der auf die Portfolio Shifts zurückgehende Teil des Wahrscheinlichkeitslimes positiv ausfällt. Damit lässt sich festhalten, dass sich im Modell ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes ergibt, wenn der Einfluss der privaten Informationskomponente auf den Wechselkurs relativ zum Einfluss der Portfolio Shifts hinreichend hoch ausfällt und der Anteil der Informierten und der Noise Trader am Forwardmarkt höher ausfällt als am Spotmarkt.

Literaturverzeichnis

- Akerlof, George A. (1970), The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *The Quarterly Journal of Economics*, **84**(3), 488–500.
- Albuquerque, Rui, De Francisco, Eva und Marques, Luis B. (2008), Marketwide Private Information in Stocks: Forecasting Currency Returns, *Journal of Finance*, **63**(5), 2297–2243.
- Andersen, Torben G. und Bollerslev, Tim (1998), Deutsche Mark-Dollar Volatility: Intraday Activity Patterns, Macroeconomic Announcements, and Longer-Run Dependencies, *Journal of Finance*, **53**(1), 219–265.
- Andersen, Torben G., Bollerslev, Tim, Diebold, Francis X. und Vega, Clara (2003), Micro Effects of Macro Announcements: Real-Time Price Discovery in Foreign Exchange, *American Economic Review*, **93**(1), 38–62.
- Anker, Peter (1999), Uncovered Interest Parity, Monetary Policy and Time-Varying Risk Premia, *Journal of International Money and Finance*, **18**(6), 835–851.
- Bacchetta, Philippe und van Wincoop, Eric (2006a), Incomplete Information Processing: A Solution to the Forward Discount Puzzle, Working Paper 2006-35, Federal Reserve Bank of San Francisco.
- Bacchetta, Philippe und van Wincoop, Eric (2006b), Can Information Heterogeneity Explain the Exchange Rate Determination Puzzle, *American Economic Review*, **96**(3), 552–576.
- Bacchetta, Philippe und van Wincoop, Eric (2010), Infrequent Portfolio Decisions: A Solution to the Forward Discount Puzzle, *American Economic Review*, **100**(3), 870–904.
- Backus, David, Gregory, Allan W. und Telmer, Chris (1993), Accounting for Forward Rates in Markets for Foreign Currency, *Journal of Finance*, **48**(5), 1887–1908.
- Bank for International Settlements (2005), Triennial Central Bank Survey. Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in 2004, *Bank for International Settlements*.
- Bank for International Settlements (2007), Triennial Central Bank Survey. Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in 2007, *Bank for International Settlements*.
- Bank for International Settlements (2010), Triennial Central Bank Survey. Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in April 2010, *Bank for International Settlements*.

- Bansal, Ravi, Gallant, Ronald A., Hussey, Robert und Tauchen, George (1995), Nonparametric Estimation of Structural Models for High-Frequency Currency Market Data, *Journal of Econometrics*, **66**(1–2), 251–287.
- Bates, David (1996), Dollar Jump Fears, 1984–1992: Distributional Abnormalities Implicit in Currency Futures Options, *Journal of International Money and Finance*, **15**(1), 65–93.
- Bekaert, Geert (1996), The Time Variation of Risk and Return in Foreign Exchange Markets: A General Equilibrium Perspective, *Review of Financial Studies*, **9**(2), 427–470.
- Bekaert, Geert und Hodrick, Robert J. (1992), Characterizing Predictable Components in Excess Returns on Equity and Foreign Exchange Markets, *Journal of Finance*, **47**(2), 467–509.
- Bekaert, Geert und Hodrick, Robert J. (1993), On Biases in the Measurement of Foreign Exchange Risk Premiums, *Journal of International Money and Finance*, **12**(2), 115–138.
- Berger, David W., Chaboud, Alain P., Chernenko, Sergey V., Howorka, Edward und Wright, Jonathan H. (2008), Order Flow and Exchange Rate Dynamics in Electronic Brokerage System Data, *Journal of International Economics*, **75**(1), 93–109.
- Bischi, Gian-Italo und Marimon, Ramon (2001), Global Stability of Inflation Target Policies with Adaptive Agents, *Macroeconomic Dynamics*, **5**(2), 148–179.
- Borensztein, Eduardo R. (1987), Alternative Hypotheses about the Excess Return on Dollar Assets, 1980–84, *IMF Staff Papers*, **34**(1), 29–59.
- Brunnermeier, Markus K., Nagel, Stefan und Pedersen, Lasse H. (2009), Carry Trades and Currency Crashes, in: *NBER Macroeconomics Annual*, 313–347.
- Brunnermeier, Markus K. und Pedersen, Lasse H. (2009), Market Liquidity and Funding Liquidity, *Review of Financial Studies*, **22**(6), 2201–2238.
- Burnham, James B. (1991), Current Structure and Recent Developments in the Foreign Exchange Markets, in: Khoury, Sarkis J. (Herausgeber), *Recent Developments in International Banking and Finance*, Band 4, Elsevier North Holland, 123–153.
- Burnside, Craig, Eichenbaum, Martin, Kleshchelski, Isaac und Rebelo, Sergio (2006), The Returns to Currency Speculation, Working Paper 12489, National Bureau of Economic Research.
- Burnside, Craig, Eichenbaum, Martin, Kleshchelski, Isaac und Rebelo, Sergio (2010), Do Peso Problems Explain the Returns to the Carry Trade?, ERID Working Paper 45, Economic Research Initiatives at Duke.
- Burnside, Craig, Eichenbaum, Martin und Rebelo, Sergio (2008), Carry Trade: The Gains of Diversification, *Journal of the European Economic Association*, **6**(2–3), 581–588.
- Burnside, Craig, Eichenbaum, Martin und Rebelo, Sergio (2009), Understanding the Forward Premium Puzzle: A Microstructure Approach, *American Economic Journal: Macroeconomics*, **1**(2), 127–154.
- Cai, Jun, Cheung, Yan-Leung, Lee, Raymond S. K. und Melvin, Michael (2001), Once-in-a-Generation Yen Volatility in 1998: Fundamentals, Intervention, and Order Flow, *Journal of International Money and Finance*, **20**(3), 327–347.

- Canova, Fabio und Marrinan, Jane (1993), Profits, Risk, and Uncertainty in Foreign Exchange Markets, *Journal of Monetary Economics*, **32**(2), 259–286.
- Cavaglia, Stefano M. F. G., Verschoor, Willem F. C. und Wolff, Christian C. P. (1993), Further Evidence on Exchange Rate Expectations, *Journal of International Money and Finance*, **12**(1), 78–98.
- Cavaglia, Stefano M. F. G., Verschoor, Willem F. C. und Wolff, Christian C. P. (1994), On the Biasedness of Forward Foreign Exchange Rates: Irrationality or Risk Premia?, *Journal of Business*, **67**(3), 321–343.
- Chakraborty, Avik und Evans, Goerge W. (2008), Can Perpetual Learning Explain the Forward-Premium Puzzle?, *Journal of Monetary Economics*, **55**(3), 477–490.
- Cheung, Yin-Wong und Chinn, Menzie D. (1999a), Traders, Market Microstructure and Exchange Rate Dynamics, Working Paper 7416, National Bureau of Economic Research.
- Cheung, Yin-Wong und Chinn, Menzie D. (1999b), Macroeconomic Implications of the Beliefs and Behavior of Foreign Exchange Traders, Working Paper 7417, National Bureau of Economic Research.
- Cheung, Yin-Wong, Chinn, Menzie D. und Marsh, Ian W. (2004), How Do UK-Based Foreign Exchange Dealers Think Their Market Operates?, *International Journal of Finance and Economics*, **9**(4), 289–306.
- Cheung, Yin-Wong und Wong, Clement Yuk-Pang (2000), A Survey of Market Practitioners' Views on Exchange Rate Dynamics, *Journal of International Economics*, **51**(2), 401–419.
- Chinn, Menzie D. und Frankel, Jeffrey A. (1994), Patterns in Exchange Rate Forecasts for Twenty-Five Currencies, *Journal of Money, Credit and Banking*, **26**(4), 759–768.
- Chinn, Menzie D. und Meese, Richard A. (1995), Banking on Currency Forecasts: Is Change in Money Predictable?, *Journal of International Economics*, **38**(1–2), 161–178.
- Chinn, Menzie D. und Meredith, Guy (2004), Monetary Policy and Long-Horizon Uncovered Interest Parity, *IMF Staff Papers*, **51**(3), 409–430.
- Choe, Hyuk, Kho, Bong-Chan und Stulz, René M. (2005), Do Domestic Investors Have an Edge? The Trading Experience of Foreign Investors in Korea, *Review of Financial Studies*, **18**(3), 795–829.
- Cohen, Randy, Gompers, Paul und Vuolteenaho, Tuomo O. (2002), Who Underreacts to Cashflow News? Evidence from Trading Between Individuals and Institutions, *Journal of Financial Economics*, **2**(2-3), 17–38.
- Cornell, Bradford (1982), Money Supply Announcements, Interest Rates, and Foreign Exchange, *Journal of International Money and Finance*, **1**, 201–208.
- Covrig, Vincentiu und Melvin, Micheal (2002), Asymmetric Information and Price Discovery in the FX Market: Does Tokyo Know More About the Yen?, *Journal of Empirical Finance*, **9**(3), 271–285.
- De Long, Bradford J., Shleifer, Andrei, Summers, Lawrence H. und Waldmann, Robert J. (1990), Noise Trader Risk in Financial Markets, *Journal of Political Economy*, **98**(4), 703–738.

- DeGennaro, Ramon P. und Shrieves, Ronald E. (1997), Public Information Releases, Private Information Arrival, and Volatility in the Foreign Exchange Market, *Journal of Empirical Finance*, **4**(4), 295–315.
- Dominguez, Kathryn M. (1986), Are Foreign Exchange Forecasts Rational?: New Evidence from Survey Data, *Economics Letters*, **21**(3), 277–281.
- Dooley, Micheal und Shafer, Jeffrey R. (1983), Analysis of Short-Run Exchange Rate Behavior: March 1973 to November 1981, in: Bigman, David und Taya, Teizo (Herausgeber), *Exchange Rate and Trade Instability: Causes, Consequences and Remedies*, Cambridge, MA: Ballenger, 43–69.
- Dornbusch, Rudiger (1976), Expectations and Exchange Rate Dynamics, *Journal of Political Economy*, **84**(6), 1161–1176.
- Dueker, Michael und Neely, Christopher J. (2007), Can Markov Switching Models Predict Excess Foreign Exchange Returns?, *Journal of Banking and Finance*, **31**(2), 279–296.
- Ederington, Louis H. und Lee, Jae Ha (1995), The Short-Run Dynamics of Price Adjustment to New Information, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, **30**(1), 117–134.
- Eichenbaum, Martin und Evans, Charles L. (1995), Some Empirical Evidence on the Effects of Shocks to Monetary Policy on Exchange Rates, *Quarterly Journal of Economics*, **110**(4), 975–1009.
- Engel, Charles (1996), The Forward Discount Anomaly and the Risk Premium: A Survey of Recent Evidence, *Journal of Empirical Finance*, **3**(2), 123–192.
- Engel, Charles und Frankel, Jeffrey A. (1984), Why Interest Rates React to Money Announcements: An Answer from the Foreign Exchange Market, *Journal of Monetary Economics*, **13**(1), 31–39.
- Engel, Charles und Hamilton, James (1990), Long Swings in the Dollar: Are They in the Data and Do Markets Know It?, *American Economic Review*, **80**(4), 689–713.
- Engel, Charles, Mark, Nelson C. und West, Kenneth D. (2007), Exchange Rate Models Are Not as Bad as You Think, Working Paper 13318, National Bureau of Economic Research.
- Engle, Robert F. und Granger, Clive W. J. (1987), Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing, *Econometrica*, **55**(2), 251–276.
- Evans, Martin (2002), FX Trading and Exchange Rate Dynamics, *Journal of Finance*, **57**(6), 2405–2448.
- Evans, Martin und Lyons, Richard K. (1999), Order Flow and Exchange Rate Dynamics, Working Paper 7317, National Bureau of Economic Research.
- Evans, Martin und Lyons, Richard K. (2008), How Is Macro News Transmitted to Exchange Rates, *Journal of Financial Economics*, **88**(1), 26–50.
- Evans, Martin D. D. und Lewis, Karen K. (1995), Do Long-Term Swings in the Dollar Affect Estimates of the Risk Premia?, *The Review of Financial Studies*, **8**(3), 709–742.

- Evans, Martin D. D. und Lyons, Richard K. (2002), Order Flow and Exchange Rate Dynamics, *Journal of Political Economy*, **110**(1), 170–180.
- Evans, Martin D. D. und Lyons, Richard K. (2007), Exchange Rate Fundamentals and Order Flow, Working Paper 13151, National Bureau of Economic Research.
- Fama, Eugene (1984), Forward and Spot Exchange Rates, *Journal of Monetary Economics*, **14**(3), 319–338.
- Fleming, Michael J. und Remolona, Eli M. (1999), Price Formation and Liquidity in the U.S. Treasury Market: The Response to Public Information, *Journal of Finance*, **54**(5), 1901–1915.
- Flood, Robert P. und Rose, Andrew K. (1996), Fixes: Of the Forward Discount Puzzle, *The Review of Economics and Statistics*, **78**(4), 748–752.
- Frankel, Jeffrey A. und Chinn, Menzie D. (1993), Exchange Rate Expectations and the Risk Premium: Tests for a Cross Section of 17 Currencies, *Review of International Economics*, **1**(2), 136–144.
- Frankel, Jeffrey A. und Froot, Kenneth A. (1987), Using Survey Data to Test Standard Propositions Regarding Exchange Rate Expectations, *American Economic Review*, **77**(1), 133–153.
- Frankel, Jeffrey A. und Froot, Kenneth A. (1988), Chartists, Fundamentalists and the Demand for Dollars, *Greek Economic Review*, **10**(1), 49–102.
- Frankel, Jeffrey A. und Froot, Kenneth A. (1990), Exchange Rate Forecasting Techniques, Survey Data, and Implications for the Foreign Exchange Market, Working Paper 3470, National Bureau of Economic Research.
- Frankel, Jeffrey A. und Froot, Kenneth A. (1991), Chartists, Fundamentalists and the Demand for Dollars, Working Paper Reprint 1655, National Bureau of Economic Research.
- Frankel, Jeffrey A. und Rose, Andrew K. (1995), Empirical Research on Nominal Exchange Rates, in: Grossmann, Gene M. und Rogoff, Kenneth S. (Herausgeber), *Handbook of International Economics*, 3. Auflage, Amsterdam: Elsevier.
- French, Kenneth R. und Roll, Richard (1986), Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders, *Journal of Financial Economics*, **17**(1), 5–26.
- Froot, Kenneth A. und Frankel, Jeffrey A. (1989), Forward Discount Bias: Is it an Exchange Risk Premium?, *The Quarterly Journal of Economics*, **104**(1), 139–161.
- Froot, Kenneth A., O’Connell, Paul und Seashole, Mark S. (2001), The Portfolio Flows of International Investors, *Journal of Financial Economics*, **59**(2), 151–193.
- Froot, Kenneth A. und Ramadorai, Tarun (2001), The Information Content of International Portfolio Flows, Working Paper 8472, National Bureau of Economic Research.
- Froot, Kenneth A. und Ramadorai, Tarun (2005), Currency Returns, Intrinsic Value, and Institutional-Investor Flows, *The Journal of Finance*, **60**(3), 1535–1566.
- Froot, Kenneth A. und Thaler, Richard H. (1990), Anomalies: Foreign Exchange, *Journal of Economic Perspectives*, **4**(3), 179–192.

- Galati, Gabriele, Heath, Alexandra und McGuire, Patrick (2007), Evidence of Carry Trade Activity, *BIS Quarterly Review*, **September**, 27–41.
- Galati, Gabriele und Melvin, Michael (2004), Why has FX Trading Surged? Explaining the 2004 Triennial Survey, *BIS Quarterly Review*, **December**, 67–74.
- Gehrig, Thomas und Menkhoff, Lukas (2006), Extended Evidence on the Use of Technical Analysis in Foreign Exchange, *International Journal of Finance and Economics*, **11**, 327–338.
- Giovanni, Alberto und Jorion, Phillipe (1987), Interest Rates and Risk Premia in the Stock Market and in the Foreign Exchange Market, *Journal of International Money and Finance*, **6**(1), 107–123.
- Glosten, Lawrence R. und Milgrom, Paul (1985), Bid, Ask and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Traders, *Journal of Financial Economics*, **14**(1), 71–100.
- Gonzalo, Jesus und Lee, Tae-Hwy (1998), Pitfalls in Testing for Long Run Relationships, *Journal of Econometrics*, **86**(1), 129–154.
- Goodhart, Charles A. E., Hall, Stephen G., Henry, Stephen G. B. und Pesaran, Bahram (1993), New Effects in a High-Frequency Model of the Sterling-Dollar Exchange Rate, *Journal of Applied Econometrics*, **8**(1), 1–13.
- Gourinchas, Pierre-Olivier und Tornell, Aaron (2004), Exchange Rate Puzzles and Distorted Beliefs, *Journal of International Economics*, **64**(2), 303–333.
- Hakkio, Craig S. und Pearce, Douglas K. (1985), The Reaction of Exchange Rates to Economic News, *Economic Inquiry*, **23**(4), 621–636.
- Hamilton, James D. (1994), *Time Series Analysis*, 1. Auflage, New Jersey: Princeton University Press.
- Hansen, Lars P. und Hodrick, Robert J. (1980), Forward Rates as Optimal Predictors of Future Spot Rates, *Journal of Political Economy*, **88**(5), 829–853.
- Hardouvelis, Gikas A. (1988), Economic News, Exchange Rates, and Interest Rates, *Journal of International Money and Finance*, **7**(1), 23–35.
- Hasbrouck, Joel (1991), Measuring the Information Content of Stock Trades, *Journal of Finance*, **46**(1), 179–207.
- Hodrick, Robert J. (1987), *The Empirical Evidence on the Efficiency of Forward and Futures Foreign Exchange Markets*, Amsterdam: Harwood Academic Publishers GmbH.
- Hodrick, Robert J. und Srivastava, Sanjay (1984), An Investigation of Risk and Return in Forward Foreign Exchange, *Journal of International Money and Finance*, **3**(1), 5–29.
- Hodrick, Robert J. und Srivastava, Sanjay (1986), The Covariation of Risk Premiums and Expected Future Spot Exchange Rates, *Journal of International Money and Finance*, **5**(1), 5–21.
- Investment Company Institute (2002), Equity Ownership in America, 2002.
- Isard, Peter (1995), *Exchange Rate Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Ito, Takatoshi (1990), Foreign Exchange Rate Expectations: Micro Survey Data, *American Economic Review*, **80**(3), 434–449.
- Ito, Takatoshi (1994), Short-Run and Long-Run Expectations of the Yen/Dollar Exchange Rate, *Journal of the Japanese and International Economies*, **8**(2), 119–143.
- Ito, Takatoshi, Lyons, Richard K. und Melvin, Michael T. (1998), Is There Private Information in the FX Market? The Tokyo Experiment, *Journal of Finance*, **53**, 1111–1130.
- Ito, Takatoshi und Roley, Vance (1987), News from the US and Japan: Which Moves the Yen/Dollar Exchange Rate?, *Journal of Monetary and Economics*, **19**(2), 155–277.
- Jeanne, Oliver und Rose, Andrew K. (2002), Noise Trading And Exchange Rate Regimes, *The Quarterly Journal of Economics*, **117**(2), 537–569.
- Johansen, Søren (1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, **12**(2-3), 231–254.
- Jongen, Ron, Verschoor, Willem F.C. und Wolff, Christian C.P. (2008), Foreign Exchange Rate Expectations: Survey and Synthesis, *Journal of Economic Surveys*, **22**(1), 140–165.
- Kaminsky, Graciela L. (1993), Is There a Peso Problem? Evidence from the Dollar/Pound Exchange Rate, 1976-1987, *American Economic Review*, **83**(3), 450–472.
- Kasa, Kenneth (2004), Learning, Large Deviations, and Recurrent Currency Crises, *International Economic Review*, **45**(1), 141–173.
- Killeen, William P., Lyons, Richard K. und Moore, Micheal J. (2006), Fixed versus Flexible: Lessons from EMS Order Flow, *Journal of International Money and Finance*, **25**(4), 551–579.
- Krasker, William S. (1980), The "Peso Problem" in Testing the Efficiency of Forward Exchange Markets, *Journal of Monetary Economics*, **6**(2), 269–276.
- Levich, Richard M. und Thomas, Lee R. (1993), The Significance of Technical Trading-Rule Profits in the Foreign Exchange Market: a Bootstrap Approach, *Journal of International Money and Finance*, **12**(5), 451–474.
- Lewis, Karen K. (1988), The Persistence of the "Peso Problem" When Policy is Noisy, *Journal of International Money and Finance*, **7**(1), 5–21.
- Lewis, Karen K. (1989), Changing Beliefs and Systematic Rational Forecast Errors with Evidence from Foreign Exchange, *American Economic Review*, **79**(4), 621–636.
- Lewis, Karen K. (1995), Puzzles in International Financial Markets, in: Grossmann, Gene M. und Rogoff, Kenneth (Herausgeber), *Handbook of International Economics*, Band 3, Amsterdam: Elsevier, 1913–1971.
- Lothian, James R. und Taylor, Mark P. (1996), Real Exchange Rate Behavior: The Recent Float from the Perspective of the Past Two Centuries, *Journal of Political Economy*, **104**(3), 488–509.
- Love, Ryan und Payne, Richard (2008), Macroeconomic News, Order Flows, and Exchange Rates, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, **43**(2), 467–488.

- Lucas, Robert E. Jr. (1982), Interest Rates and Currency Prices in a Two-Country World, *Journal of Monetary Economics*, **10**(3), 335–359.
- Lui, Yu-Hon und Mole, David (1998), The Use of Fundamental and Technical Analyses by Foreign Exchange Dealers: Hong Kong Evidence, *Journal of International Money and Finance*, **17**(3), 535–545.
- Lyons, Richard K. (1995), Test of Microstructural Hypotheses in the Foreign Exchange Market, *Journal of Financial Economics*, **39**(2-3), 321–351.
- Lyons, Richard K. (1996), Foreign Exchange Volume: Sound and Fury Signifying Nothing?, in: Frankel, Jeffrey A., Galli, Giampaolo und Giovannini, Alberto (Herausgeber), *The Microstructure of Foreign Exchange Markets*, Chicago: University of Chicago Press, 183–208.
- Lyons, Richard K. (1997), A Simultaneous Trade Model of the Foreign Exchange Hot Potatoe, *Journal of International Economics*, **14**(3-4), 3–24.
- Lyons, Richard K. (2001), *The Microstructure Approach to Exchange Rates*, Cambridge: MIT Press.
- MacDonald, Ronald und Torrance, Thomas S. (1988), On Risk, Rationality and Excessive Speculation in the Deutschmark-US Dollar Exchange Market: Some Evidence Using Survey Data, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **50**(2), 107–123.
- Madhavan, Ananth, Richardson, Matthew und Roomans, Mark (1997), Why Do Security Prices Change? A Transaction-Level Analysis of NYSE Stocks, *Review of Financial Studies*, **10**(4), 1035–1064.
- Maillet, Bertrand und Michel, Thierry (2000), Further Insights on the Puzzle of Technical Analysis Profitability, *European Journal of Finance*, **6**(2), 196–224.
- Mark, Nelson (1985), On Time Varying Risk Premia in the Foreign Exchange Market: An Econometric Analysis, *Journal of Monetary Economics*, **16**(1), 3–18.
- Mark, Nelson (1995), Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-Horizon Predictability, *American Economic Review*, **85**(1), 201–218.
- Mark, Nelson und Choi, Doo-Yull (1997), Real Exchange-Rate Prediction over Long Horizons, *Journal of International Economics*, **43**(1–2), 29–60.
- Mark, Nelson und Wu, Yangru (1998), Rethinking Deviations from Uncovered Interest Parity: The Role of Covariance Risk and Noise, *Economic Journal*, **108**(451), 1686–1706.
- McCallum, Bennett T. (1983), On Non-Uniqueness in Rational Expectations Models: An Attempt at Perspective, *Journal of Monetary Economics*, **11**(2), 139–168.
- McCallum, Bennett T. (1994), A Reconsideration of the Uncovered Interest Parity Relationship, *Journal of Monetary Economics*, **33**(1), 105–132.
- Meese, Richard A. (1990), Currency Fluctuations in the Post-Bretton Woods Era, *Journal of Economic Perspectives*, **4**(Winter 1990), 117–134.
- Meese, Richard A. und Rogoff, Kenneth S. (1983), Empirical Exchange Rate Models of the Seventies. Are Any Fit to Survive?, *Journal of International Economics*, **14**(1–2), 3–24.

- Melvin, Michael und Yin, Xixi (2000), Public Information Arrival, Exchange Rate Volatility, and Quote Frequency, *Economic Journal*, **110**(465), 644–661.
- Menkhoff, Lukas (1998), The Noise Trading Approach – Questionnaire Evidence from Foreign Exchange, *Journal of International Money and Finance*, **17**(3), 547–564.
- Neely, Christopher J., Weller, Paul A. und Dittmar, Robert (1997), Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, **32**(4), 405–426.
- Neely, Christopher J., Weller, Paul A. und Ulrich, Joshua M. (2007), The Adaptive Markets Hypothesis: Evidence from the Foreign Exchange Market, Working Paper 2006-046B, Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Oberlechner, Thomas (2001), Importance of Technical and Fundamental Analysis in the European Foreign Exchange Market, *International Journal of Finance and Economics*, **6**(1), 81–93.
- Orphanides, Athanasios und Williams, John C. (2005), Imperfect Knowledge, Inflation Expectations, and Monetary Policy, in: Bernanke, Ben S. und Woodford, Michael (Herausgeber), *The Inflation Targeting Debate*, Chicago: University of Chicago Press for the National Bureau of Economic Research, 201–246.
- Payne, Richard (2003), Informed Trade in the Foreign Exchange Markets: An Empirical Investigation, *Journal of International Economics*, **61**(2), 307–329.
- Ranaldo, Angelo und Söderlind, Paul (2010), Safe Haven Currencies, *Review of Finance*, **14**(3), 385–407.
- Rime, Dagfinn (2000), Private or Public Information in Foreign Exchange Markets? An Empirical Analysis, Technischer Bericht, Norwegian School of Management.
- Rogoff, Kenneth S. (2002), Dornbusch’s Overshooting Model after Twenty-Five Years, Working Paper WP/02/39, International Monetary Fund.
- Sargent, Thomas J. (1999), *The Conquest of American Inflation*, New Jersey: Princeton University Press.
- Sarno, Lucio (2005), Viewpoint: Towards a Solution to the Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?, *Canadian Journal of Economics*, **38**(3), 673–708.
- Sarno, Lucio und Taylor, Mark P. (2001), The Microstructure of the Foreign Exchange Market: A Selective Survey of the Literature, Working Paper 89, Princeton Studies in International Economics.
- Sarno, Lucio und Taylor, Mark P. (2003), *The Economics of Exchange Rates*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sweeney, Richard J. (1986), Beating the Foreign Exchange Market, *Journal of Finance*, **41**(1), 163–182.
- Takagi, Shinji (1991), Exchange Rate Expectations: A Survey of Survey Studies, *IMF Staff Papers*, **38**(1), 156–183.
- Taylor, John B. (1993), Discretion Versus Policy Rules in Practice, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, **39**(1), 195–214.

- Taylor, Mark P. (1995), The Economics of Exchange Rates, *Journal of Economic Literature*, **33**, 13–47.
- Taylor, Mark P. und Allen, Helen (1992), The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market, *Journal of International Money and Finance*, **11**(3), 304–314.
- Taylor, Stephen J. (1994), Trading Futures Using a Channel Rule: A Study of the Predictive Power of Technical Analysis with Currency Examples, *Journal of Future Markets*, **14**, 215–235.
- Yao, Jian M. (1997), Market Making in the Interbank Foreign Exchange Market, Working Paper S-98-3, New York University Salomon Center.

Anhang A

Herleitungen der Ask- und Bid-Forward-Raten

Herleitung der Ask-Forward-Rate bei negativen öffentlichen Informationen

$F_t^{\text{ask}}(-\phi)$ entspricht dem vom Market Maker gesetzten Preis am Forwardmarkt für den Kauf ausländischer Währung bei negativen öffentlichen Informationen.²¹³ Den Ausgangspunkt der Berechnung des gesetzten Preises bildet der erwartete Gewinn des Market Makers aus dem Verkauf der ausländischen Währung am Forwardmarkt

$$\pi_{t+1}^m = F_t^{\text{ask}}(-\phi) - S_{t+1}.$$

Da der erwartete Gewinn des Market Makers aufgrund des freien Marktzutritts Null beträgt, ergibt sich daraus unter Berücksichtigung des stochastischen Prozesses der Veränderung des Wechselkurses (siehe Gleichung 2.2) für die Ask-Forward-Rate bei negativen öffentlichen Informationen

$$F_t^{\text{ask}}(-\phi) = E(S_{t+1}|\text{buy}, -\phi) = S_t(1 - \phi + E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, -\phi)).$$

In den gesetzten Preis lässt der Market Maker damit neben den öffentlichen Informationen $(-\phi)$ auch die bedingten Erwartungen bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} einfließen. Diese werden unter Berücksichtigung der Tatsache gebildet, dass ein Akteur ausländische Währung zu dem vom Market Maker gesetzten Preis kauft, obwohl die öffentlichen Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hindeuten. Die bedingten Erwartungen betragen in diesem Fall

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, -\phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi)(\varepsilon) + \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, -\phi)(-\varepsilon). \quad (\text{A.1})$$

Da die Wahrscheinlichkeit einer negativen Ausprägung der privaten Informationskomponente im Fall einer Kauforder bei negativen öffentlichen Informationen ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{buy}, -\phi)$) der Gegenwahrscheinlichkeit zur Wahrscheinlichkeit einer positiven Ausprägung der privaten Information unter gleichen Bedingungen entspricht ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi)$), lässt sich Gleichung A.1 auch schreiben als

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, -\phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi)(\varepsilon) + (1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi))(-\varepsilon),$$

²¹³Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S.146 f.

was sich vereinfachen lässt zu

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{buy}, -\phi) = \varepsilon(2\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi) - 1). \quad (\text{A.2})$$

Entsprechend der Bayes-Regel gilt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{buy}, -\phi) = \frac{\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon)}{\Pr(\text{buy}|- \phi)}. \quad (\text{A.3})$$

Negative öffentliche Informationen ($\phi_t = -\phi$) deuten auf eine Abwertung der Auslandswährung in der Zukunft hin. Die Uninformierten, die ihr Handeln ausschließlich von den öffentlichen Informationen abhängig machen, werden die Auslandswährung daher in diesem Fall nicht kaufen. Sofern die private Informationskomponente eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigt, erhalten die Informierten mit einer Wahrscheinlichkeit in Höhe von q ein positives Signal ($\xi_t = \varepsilon$) und kaufen demzufolge die ausländische Währung auf dem Forwardmarkt. Mit einem Anteil von α an Informierten ergibt sich folgende Wahrscheinlichkeit für eine Kauforder bei negativen öffentlichen Informationen

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi) = \alpha q. \quad (\text{A.4})$$

Da die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für eine positive oder negative Realisation der privaten Informationskomponente jeweils gleich hoch ausfallen ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon) = 1/2$), entspricht der Zähler der Gleichung A.3

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \frac{\alpha q}{2}. \quad (\text{A.5})$$

Die Uninformierten werden aufgrund der negativen öffentlichen Informationen nicht als Käufer der Auslandswährung aktiv. Die Informierten handeln hingegen vollkommen unabhängig von den privaten Informationen, so dass Käufe durch sie auch bei negativen öffentlichen Informationen möglich sind. Dies muss im Rahmen der Berechnung von $\Pr(\text{buy}|- \phi)$ berücksichtigt werden. Die Informierten kaufen ausländische Währung immer dann, wenn sie ein Signal bezüglich der privaten Informationskomponente erhalten, das auf eine Aufwertung der Auslandswährung hindeutet. Für den Nenner der Gleichung A.3 folgt

$$\begin{aligned} \Pr(\text{buy}|- \phi) &= \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) + \\ &\quad \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, -\phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon). \end{aligned} \quad (\text{A.6})$$

Die einzige unbekannte Größe der rechten Seite der Gleichung A.6 stellt $\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, -\phi)$ dar.

Deuten die privaten Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hin, erhalten die Informierten mit Wahrscheinlichkeit $(1 - q)$ dennoch ein positives Signal ($\xi_t = \varepsilon$) und werden entsprechend am Markt tätig. Mit einem Anteil α an Informierten gilt damit

$$\Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon, -\phi) = \alpha(1 - q). \quad (\text{A.7})$$

Setzt man nun die Gleichungen A.5 und A.7 in Gleichung A.6 ein, so ergibt sich unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die unbedingte Wahrscheinlichkeit für eine negative oder positive Realisation der privaten Informationskomponente jeweils $1/2$ beträgt für den Nenner

$$\Pr(\text{buy}|- \phi) = \frac{\alpha q}{2} + \frac{\alpha - \alpha q}{2} = \frac{\alpha}{2}. \quad (\text{A.8})$$

Einsetzen von A.8 und A.5 in A.3 liefert

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon | \text{buy}, -\phi) = \frac{\frac{\alpha q}{2}}{\frac{\alpha}{2}} = q,$$

was eingesetzt in A.2 die vom Market Maker erwartete Ausprägung der Größe ε_{t+1} ergibt

$$E(\varepsilon_{t+1} | \text{buy}, -\phi) = \varepsilon(2q - 1).$$

Für die vom Market Maker gesetzte Ask-Rate am Forwardmarkt unter negativen öffentlichen Informationen folgt damit

$$F_t^{\text{ask}}(-\phi) = S_t(1 - \phi + (2q - 1)\varepsilon).$$

Herleitung der Bid-Forward-Rate bei positiven öffentlichen Informationen

$F_t^{\text{bid}}(\phi)$ entspricht dem Preis, zu dem der Market Maker bereit ist, ausländische Währung am Forwardmarkt zu kaufen, wenn die öffentlichen Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen.²¹⁴ Unter Berücksichtigung des stochastischen Prozesses der Wechselkursänderung in Gleichung 2.2 und der Tatsache, dass der erwartete Gewinn des Market Makers Null beträgt, folgt

$$F_t^{\text{bid}}(\phi) = E(S_{t+1}|\text{sell}, \phi) = S_t(1 + \phi + E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, \phi)). \quad (\text{A.9})$$

In den gesetzten Preis lässt der Market Maker sowohl die öffentlichen Informationen ϕ als auch die bedingten Erwartungen bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} einfließen. Diese bildet er unter Beachtung der positiven öffentlichen Informationen und der Tatsache, dass ein Akteur die Auslandswährung dennoch zu dem von ihm gesetzten Preis verkauft. Die bedingten Erwartungen betragen

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, \phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi)(\varepsilon) + \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{sell}, \phi)(-\varepsilon).$$

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Wahrscheinlichkeit für eine negative Ausprägung der privaten Informationskomponente im Fall einer Verkauforder bei positiven öffentlichen Informationen der Gegenwahrscheinlichkeit zu einer positiven Ausprägung der privaten Informationskomponente unter gleichen Bedingungen entspricht, folgt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{sell}, \phi) = 1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi).$$

Damit lassen sich die bedingten Erwartungen des Market Makers bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente auch schreiben als

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, \phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi)(\varepsilon) + (1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi))(-\varepsilon).$$

Dies lässt sich vereinfachen zu

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, \phi) = \varepsilon(2\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi) - 1). \quad (\text{A.10})$$

Entsprechend der Bayes-Regel gilt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, \phi) = \frac{\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon)}{\Pr(\text{sell}|\phi)}. \quad (\text{A.11})$$

Die Wahrscheinlichkeit für eine Verkauforder unter positiven privaten und öffentlichen Informationen ($\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi)$) entspricht der Gegenwahrscheinlichkeit zu einer Kauforder unter sonst gleichen Bedingungen. Gleiches gilt für die Wahrscheinlichkeit für eine Verkauforder unter positiven öffentlichen Informationen ($\Pr(\text{sell}|\phi)$). Daher lassen sich die Wahrscheinlichkeiten in A.11 über die Gegenwahrscheinlichkeiten zu 2.6 und 2.10 ermitteln.

$$\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi) = 1 - \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, \phi) = 1 - (1 - \alpha + \alpha q) = \alpha - \alpha q, \quad (\text{A.12})$$

$$\Pr(\text{sell}|\phi) = 1 - \Pr(\text{buy}|\phi) = 1 - \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\alpha}{2}. \quad (\text{A.13})$$

²¹⁴Vgl. hierzu und zum folgenden Burnside et al. (2009), S. 147 f.

Durch Einsetzen der Gleichungen A.12 und A.13 in A.11 und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für positive und negative Realisationen der privaten Informationskomponente ε_{t+1} gleich hoch ausfallen ($\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon) = 1/2$), erhält man die bedingte Wahrscheinlichkeit eines positiven privaten Signals, wenn ein Akteur den vom Market Maker gesetzten Ankaufpreis für ausländische akzeptiert und die öffentlichen Informationen positiv ausfallen

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon | \text{sell}, \phi) = \frac{(\alpha - \alpha q) \frac{1}{2}}{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\alpha(1 - q)}{\alpha} = 1 - q. \quad (\text{A.14})$$

Unter Verwendung von A.14 in A.10 lässt sich die gesetzte Bid-Rate am Forwardmarkt ($F_t^{\text{bid}}(\phi)$) bei positiven öffentlichen Informationen durch Einsetzen in A.9 berechnen

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_{t+1} | \text{sell}, \phi) &= \varepsilon(2(1 - q) - 1) = \varepsilon(1 - 2q), \\ F_t^{\text{bid}}(\phi) &= S_t(1 + \phi + E(\varepsilon_{t+1} | \text{sell}, \phi)) = S_t(1 + \phi - (2q - 1)\varepsilon). \end{aligned}$$

Herleitung der Bid-Forward-Rate bei negativen öffentlichen Informationen

$F_t^{\text{bid}}(-\phi)$ entspricht dem Preis, zu dem der Market Maker bereit ist ausländische Währung am Forwardmarkt zu kaufen, wenn die öffentlichen Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hindeuten.²¹⁵ Unter Berücksichtigung des stochastischen Prozesses der Wechselkursänderung in Gleichung 2.2 und der Tatsache, dass der erwartete Gewinn des Market Makers Null beträgt, folgt

$$F_t^{\text{bid}}(-\phi) = E(S_{t+1}|\text{sell}, -\phi) = S_t(1 - \phi + E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, -\phi)). \quad (\text{A.15})$$

In den Preis lässt der Market Maker sowohl die öffentlichen Informationen $-\phi$ als auch die bedingten Erwartungen bezüglich der Ausprägung der privaten Informationskomponente ε_{t+1} einfließen. Diese bildet der Market Maker unter Berücksichtigung der öffentlichen Informationen und der Tatsache, dass ein Akteur die Auslandswährung zu dem von ihm gesetzten Preis verkauft. Die bedingten Erwartungen betragen

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, -\phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi)(\varepsilon) + \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{sell}, -\phi)(-\varepsilon).$$

Da die Wahrscheinlichkeit für eine negative Ausprägung der privaten Informationen im Fall einer Verkauforder bei negativen öffentlichen Informationen der Gegenwahrscheinlichkeit zu einer positiven Ausprägung der privaten Informationskomponente unter gleichen Bedingungen entspricht, gilt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon|\text{sell}, -\phi) = 1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi).$$

Die bedingten Erwartungen des Market Makers lassen sich damit wie folgt vereinfachen

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, -\phi) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi)(\varepsilon) + (1 - \Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi))(-\varepsilon),$$

$$E(\varepsilon_{t+1}|\text{sell}, -\phi) = \varepsilon(2\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi) - 1).$$

Entsprechend der Bayes-Regel gilt

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon|\text{sell}, -\phi) = \frac{\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi)\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon)}{\Pr(\text{sell}|- \phi)}. \quad (\text{A.16})$$

Die Wahrscheinlichkeit dafür, als Market Maker eine Verkauforder zu erhalten, wenn die privaten Informationen eine Aufwertung der Auslandswährung anzeigen und die öffentlichen Informationen auf eine Abwertung der Auslandswährung hindeuten ($\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi)$), entspricht der Gegenwahrscheinlichkeit zu einer Kauforder unter sonst gleichen Bedingungen. Darüber hinaus entspricht die Wahrscheinlichkeiten für eine Verkauforder unter negativen öffentlichen Informationen ($\Pr(\text{sell}|- \phi)$) der Gegenwahrscheinlichkeit zur Wahrscheinlichkeit für eine Kauforder unter gleichen Bedingungen. Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge lassen sich die Wahrscheinlichkeiten in A.16 über die Gegenwahrscheinlichkeiten zu A.4 und A.8 ermitteln

$$\Pr(\text{sell}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi) = 1 - \Pr(\text{buy}|\varepsilon_{t+1} = \varepsilon, -\phi) = 1 - \alpha q, \quad (\text{A.17})$$

$$\Pr(\text{sell}|- \phi) = 1 - \Pr(\text{buy}|- \phi) = 1 - \frac{\alpha}{2}. \quad (\text{A.18})$$

²¹⁵Vgl. hierzu und zum Folgenden Burnside et al. (2009), S. 148 f.

Da die unbedingten Wahrscheinlichkeiten für positive sowie negative Realisationen der privaten Informationskomponente ε_{t+1} jeweils gleich hoch ausfallen (d.h. es gilt $\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon) = \Pr(\varepsilon_{t+1} = -\varepsilon) = 1/2$), ergibt A.17 und A.18 eingesetzt in A.16

$$\Pr(\varepsilon_{t+1} = \varepsilon | \text{sell}, -\phi) = \frac{(1 - \alpha q)^{\frac{1}{2}}}{1 - \frac{\alpha}{2}} = \frac{1 - \alpha q}{2 - \alpha}. \quad (\text{A.19})$$

Mit Hilfe von Gleichung A.19 lässt sich die vom Market Maker im Fall negativer öffentlicher Information gesetzte Bid-Rate am Forwardmarkt ($F_t^{\text{bid}}(-\phi)$) nun aus Gleichung A.15 berechnen

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_{t+1} | \text{sell}, -\phi) &= \varepsilon \left(2 \left(\frac{1 - \alpha q}{2 - \alpha} \right) - 1 \right) = \varepsilon \left(\frac{2 - 2\alpha q - (2 - \alpha)}{2 - \alpha} \right) = \varepsilon \left(\frac{\alpha(1 - 2q)}{2 - \alpha} \right), \\ F_t^{\text{bid}}(-\phi) &= S_t \left(1 - \phi + \varepsilon \left(\frac{\alpha(1 - 2q)}{2 - \alpha} \right) \right) = S_t \left(1 - \phi - \frac{\alpha}{2 - \alpha} (2q - 1) \varepsilon \right). \end{aligned}$$

Anhang B

Herleitung des gleichgewichtigen Wechselkurses

Der gleichgewichtige Wechselkurs am Spotmarkt bei vollständiger Information beträgt

$$s_t = (1 - \psi) E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j (X_{p,t+j} + X_{d,t+j} + X_{c,t+j}) \right).$$

Dabei sind die folgenden Zusammenhänge zu beachten

$$X_{p,t+j} = X_{p,t} + \sum_{i=1}^j e_{p,t+i} \quad \text{sowie} \quad X_{d,t+j} = X_{d,t} + \sum_{i=1}^j e_{d,t+i}.$$

Der Erwartungswert der Innovationen der öffentlichen und der privaten Informationskomponente beträgt Null, da sowohl e_p als auch e_d mit jeweils 50%-iger Wahrscheinlichkeit positiv oder negativ ausfallen. Damit entspricht der Erwartungswert für alle $X_{p,t+i}$ und $X_{d,t+i}$ für $i > 0$ der aktuellen Realisation. Es folgt

$$s_t = (1 - \psi) \left((X_{p,t} + X_{d,t}) + \left(\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j (X_{p,t} + X_{d,t}) \right) \right) + (1 - \psi) E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j X_{c,t+j} \right). \quad (\text{B.1})$$

Berücksichtigt man darüber hinaus, dass gilt

$$\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j = \frac{1}{1 - \psi} - 1 = -\frac{\psi}{\psi - 1} = \frac{\psi}{1 - \psi},$$

so folgt aus Gleichung B.1

$$s_t = (1 - \psi) \left((X_{p,t} + X_{d,t}) + (X_{p,t} + X_{d,t}) \left(\frac{\psi}{1 - \psi} \right) \right) + (1 - \psi) E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j X_{c,t+j} \right),$$

bzw.

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + (1 - \psi) E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j X_{c,t+j} \right).$$

Unter Berücksichtigung des Zusammenhangs in Gleichung 3.5 ($X_{c,t} = \varepsilon(z_t - 2)$) folgt

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + (1 - \psi)E_t\left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j \varepsilon(z_{t+j} - 2)\right),$$

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) - (1 - \psi)2\varepsilon \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j + (1 - \psi)E_t\left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j \varepsilon(z_{t+j})\right),$$

bzw.

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) - 2\varepsilon + \varepsilon(1 - \psi)E_t\left(\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j z_{t+j}\right). \quad (\text{B.2})$$

Für eine Markov-Kette der Ordnung 1 ergeben sich die erwarteten zukünftigen Zustände in folgender Weise aus der in 3.6 definierten Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten \mathbf{M} ²¹⁶

$$E_t(z_{t+m}) = (1 \quad 2 \quad 3) \begin{pmatrix} P(z_{t+m} = 1 | z_t = i) \\ P(z_{t+m} = 2 | z_t = i) \\ P(z_{t+m} = 3 | z_t = i) \end{pmatrix} = \mathbf{g}' \mathbf{M}^m \mathbf{e}_{z_t}. \quad (\text{B.3})$$

Der Vektor $\mathbf{g}' = (1, 2, 3)$ erfasst die möglichen Zustände der Noise Trader. Der Vektor \mathbf{e}_{z_t} stellt einen Einheitsvektor mit drei Elementen dar, mit $\mathbf{e}_{z_t}(i) = 1$ für $i = z_t$ und $\mathbf{e}_{z_t}(i) = 0$ für $i \neq z_t$.²¹⁷

Setzt man den Zusammenhang B.3 in B.2 ein, so ergibt sich

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) - 2\varepsilon + \varepsilon(1 - \psi)z_t + \varepsilon(1 - \psi)\mathbf{g}'\left(\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j \mathbf{M}^j\right)\mathbf{e}_{z_t},$$

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + \varepsilon((1 - \psi)z_t - 2) + \varepsilon(1 - \psi)\mathbf{g}'\left(\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j \mathbf{M}^j\right)\mathbf{e}_{z_t}. \quad (\text{B.4})$$

Unter Verwendung der Jordan Zerlegung lässt sich die Übergangsmatrix \mathbf{M} auch schreiben als

$$\mathbf{M} = \mathbf{T} \mathbf{\Lambda} \mathbf{T}^{-1}.$$

Dabei enthält die Matrix \mathbf{T} die Eigenvektoren der Übergangsmatrix \mathbf{M} und die Diagonalmatrix $\mathbf{\Lambda}$ die dazugehörigen Eigenwerte.

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2p_{12} & p_{12} & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{\Lambda} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -p_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 2p_{11} + p_{12} - 1 \end{pmatrix}.$$

Für die Matrix \mathbf{M}^m ergibt sich die folgende Notation

$$\mathbf{M}^m = \mathbf{T} \mathbf{\Lambda}^m \mathbf{T}^{-1}.$$

²¹⁶Vgl. Hamilton (1994), S. 680 ff.

²¹⁷Für $z_t = 1$ ergibt sich beispielsweise $\mathbf{e}'_{z_t=1} = (1, 0, 0)$.

Damit folgt

$$\sum_{j=0}^{\infty} \psi^j \mathbf{M}^j = \sum_{j=0}^{\infty} \mathbf{T}(\psi \mathbf{\Lambda})^j \mathbf{T}^{-1} = \mathbf{T} \left(\sum_{j=0}^{\infty} (\psi \mathbf{\Lambda})^j \right) \mathbf{T}^{-1} = \mathbf{T} \mathbf{D} \mathbf{T}^{-1},$$

$$\text{mit } \mathbf{D} = \begin{pmatrix} \frac{1}{1-\psi} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{1+\psi p_{12}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{1+\psi(1-2p_{11}-p_{12})} \end{pmatrix}.$$

Darüber hinaus gilt

$$\sum_{j=1}^{\infty} \psi^j \mathbf{M}^j = \mathbf{T} \mathbf{D} \mathbf{T}^{-1} - \mathbf{I}_3. \quad (\text{B.5})$$

Setzt man Gleichung B.5 in Gleichung B.4 ein, erhält man

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + \varepsilon((1-\psi)z_t - 2) + \varepsilon(1-\psi) \mathbf{g}' (\mathbf{T} \mathbf{D} \mathbf{T}^{-1} - \mathbf{I}_3) \mathbf{e}_{z_t}.$$

Mit den Spezifikationen für \mathbf{T} und \mathbf{D} ergibt sich daraus

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + \varepsilon((1-\psi)z_t - 2) + \varepsilon(1-\psi) \left(\begin{pmatrix} \frac{2}{(1-\psi)} - \frac{1}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)} \\ \frac{2}{(1-\psi)} \\ \frac{2}{(1-\psi)} + \frac{1}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)} \end{pmatrix}' - \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}' \right) \mathbf{e}_{z_t}.$$

Dies lässt sich vereinfacht schreiben als

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + \varepsilon((1-\psi)z_t - 2) + \varepsilon(1-\psi) \left(\frac{2}{1-\psi} + \frac{z_t - 2}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)} - z_t \right),$$

bzw.

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + \varepsilon(1-\psi) \left(\frac{z_t - 2}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)} \right),$$

was sich kompakt schreiben lässt in der Form

$$s_t = (X_{p,t} + X_{d,t}) + k(z_t - 2), \quad (\text{B.6})$$

$$\text{mit } k = \frac{1-\psi}{1-\psi(2p_{11}+p_{12}-1)} \varepsilon.$$

Anhang C

Intervalle für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$

Die untere Grenze des einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichenden Intervalls im Fall von $\beta_f > \beta_s$ (G_1) hängt ebenso wie die obere Grenze (G_2) negativ von q ab. Dies verdeutlichen die partiellen Ableitungen der Grenzen nach q , die für $p_{11} > 1/2$ stets negativ ausfallen

$$\frac{\partial G_1}{\partial q} = \frac{4(1 - 2p_{11})(p_{11} - 1)^2}{(-1 + 2p_{11} + 2(p_{11} - 1)^2(2q - 1))^2},$$

$$\frac{\partial G_2}{\partial q} = \frac{8(1 - 2p_{11})(p_{11} - 2)(p_{11} - 1)^3}{(2 - 5p_{11} + 2p_{11}^2 + 4(p_{11} - 1)^3(2q - 1))^2},$$

$$\text{mit } G_1 = \frac{1 - 2p_{11}}{1 - 2p_{11} - 2(1 - p_{11})^2(2q - 1)} \text{ und } G_2 = \frac{(2 - p_{11})(1 - 2p_{11})}{2 - 5p_{11} + 2p_{11}^2 - 4(1 - p_{11})^3(2q - 1)}.$$

Da die untere Grenze des Intervalls mit zunehmendem q abnimmt, gehen niedrige Werte für q mit einer hohen unteren Intervallgrenze einher. Je uneinheitlicher also die Signale der Noise Trader ausfallen (je niedriger q), desto höher der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes mit $\beta_f > \beta_s$ mindestens erforderliche Anteil an Noise Tradern am Spotmarkt. Darüber hinaus fällt auch die obere Grenze des Intervalls im Fall niedriger Werte für q höher aus.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Zusammenhang zwischen den Grenzen des Intervalls und q . Dabei verdeutlichen die Abbildungen zum einen, dass sich ein negativer Steigungsparameter der UIP-Regression im Fall niedriger Werte für q nur dann ergibt, wenn der Anteil der Noise Trader am Spotmarkt sehr hoch ausfällt. Zum anderen zeigen die Abbildungen, dass das einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichende Intervall schmaler wird wenn die von den Noise Tradern erhaltenen Signale uneinheitlicher ausfallen (wenn also q niedriger ausfällt).

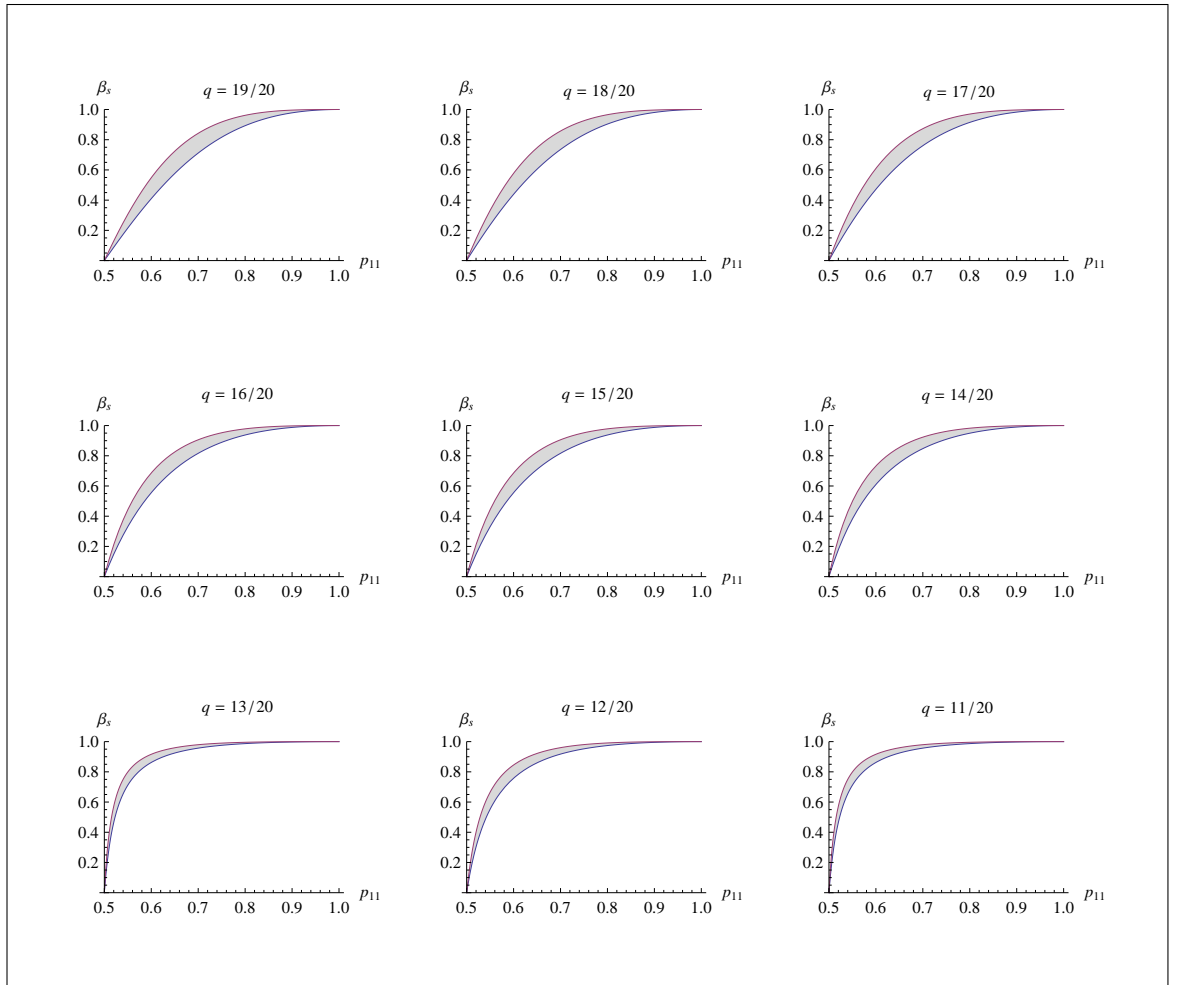


Abbildung C.1: Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ für unterschiedliche q .

Anhang D

Intervalle für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$

Die untere Grenze des einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes ermöglichenden Intervalls im Fall von $\beta_s > \beta_f$ (G_3) hängt ebenso wie die obere Grenze (G_1) negativ von q ab. Dies verdeutlichen die partiellen Ableitungen der Grenzen nach q , die für $p_{11} > 1/2$ stets negativ ausfallen

$$\frac{\partial G_3}{\partial q} = \frac{2(1 - 2p_{11})(2 + p_{11}(4p_{11} - 5))}{(-3 + 4q + p_{11}(7 - 10q + 4p_{11}(2q - 1)))^2},$$

$$\frac{\partial G_1}{\partial q} = \frac{4(1 - 2p_{11})(p_{11} - 1)^2}{(-1 + 2p_{11} + 2(p_{11} - 1)^2(2q - 1))^2},$$

mit $G_1 = \frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-2(1-p_{11})^2(2q-1)}$ und $G_3 = \frac{1-2p_{11}}{1-2p_{11}-(2-p_{11}(5-4p_{11}))(2q-1)}$.

Die untere Grenze des Intervalls nimmt mit zunehmendem q ab. Daher gehen niedrige Werte für q mit einer hohen unteren Intervallgrenze einher. Je niedriger also q , desto höher der für einen negativen Wahrscheinlichkeitslimes mit $\beta_s > \beta_f$ mindestens erforderliche Anteil an Noise Tradern am Spotmarkt. Darüber hinaus fällt auch die obere Grenze des Intervalls im Fall niedriger q höher aus.

Die folgenden Abbildungen zeigen den zwischen den Grenzen des Intervalls und q bestehenden Zusammenhang. Darüber hinaus verdeutlichen die Abbildungen, dass das Intervall, für das ein negativer Wahrscheinlichkeitslimes mit $\beta_s > \beta_f$ möglich ist, schmaler wird, wenn q niedriger ausfällt.

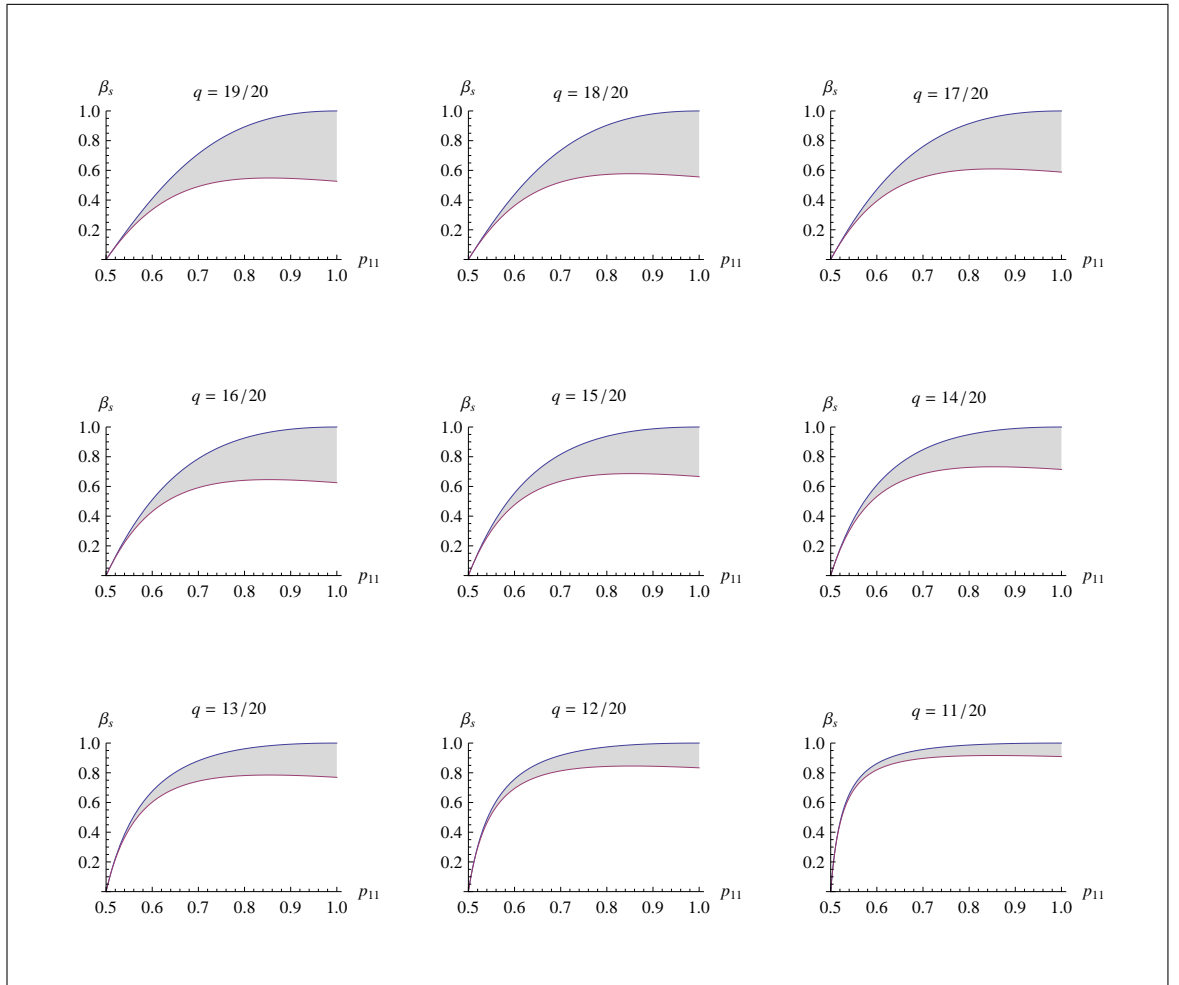


Abbildung D.1: Intervall für β_s mit negativem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_s > \beta_f$ für unterschiedliche q .

Anhang E

Intervalle für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen im grau eingefärbten Bereich die Anteile an Noise Tradern am Spotmarkt, für die der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters im Fall von $\beta_f > \beta_s$ positiv wird. Je uneinheitlicher die Signale der Noise Trader ausfallen (je niedriger also q), desto größer der Bereich, für den sich ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes ergibt.

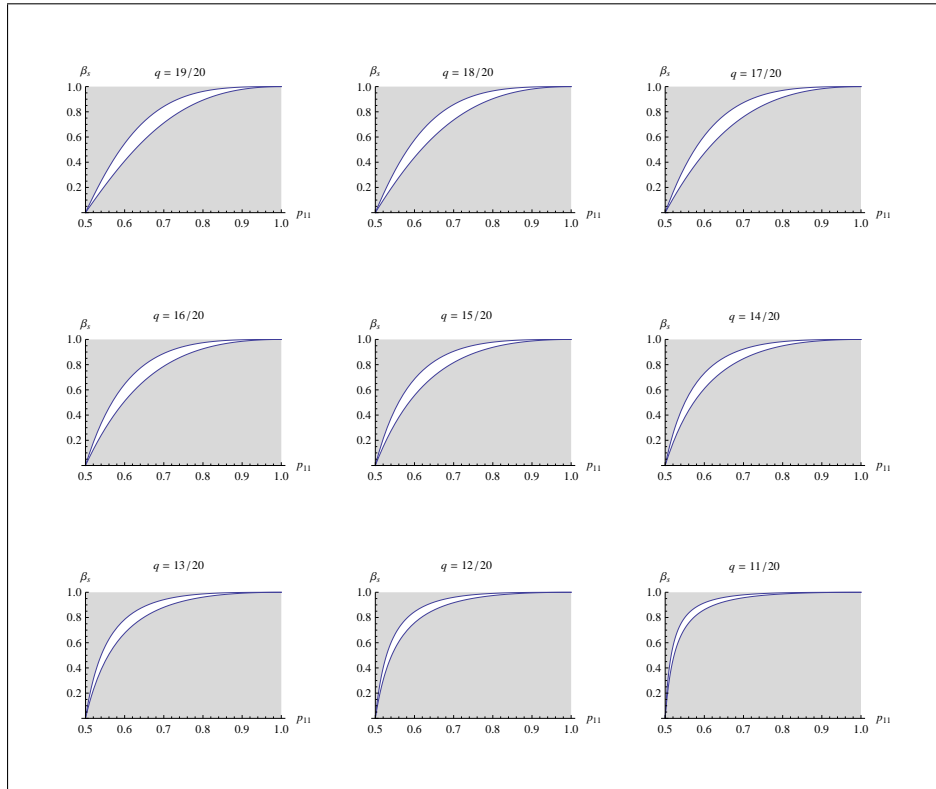


Abbildung E.1: Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes bei $\beta_f > \beta_s$ für unterschiedliche q .

Anhang F

Intervalle für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes unabhängig von β_f

Die grau eingefärbten Bereiche der folgenden Abbildungen zeigen die Anteile an Noise Tradern am Spotmarkt, für die der Wahrscheinlichkeitslimes des Steigungsparameters unabhängig von β_f positiv wird. Je uneinheitlicher die Signale der Noise Trader ausfallen (je niedriger also q), desto größer der Bereich, für den sich ein positiver Wahrscheinlichkeitslimes ergibt.

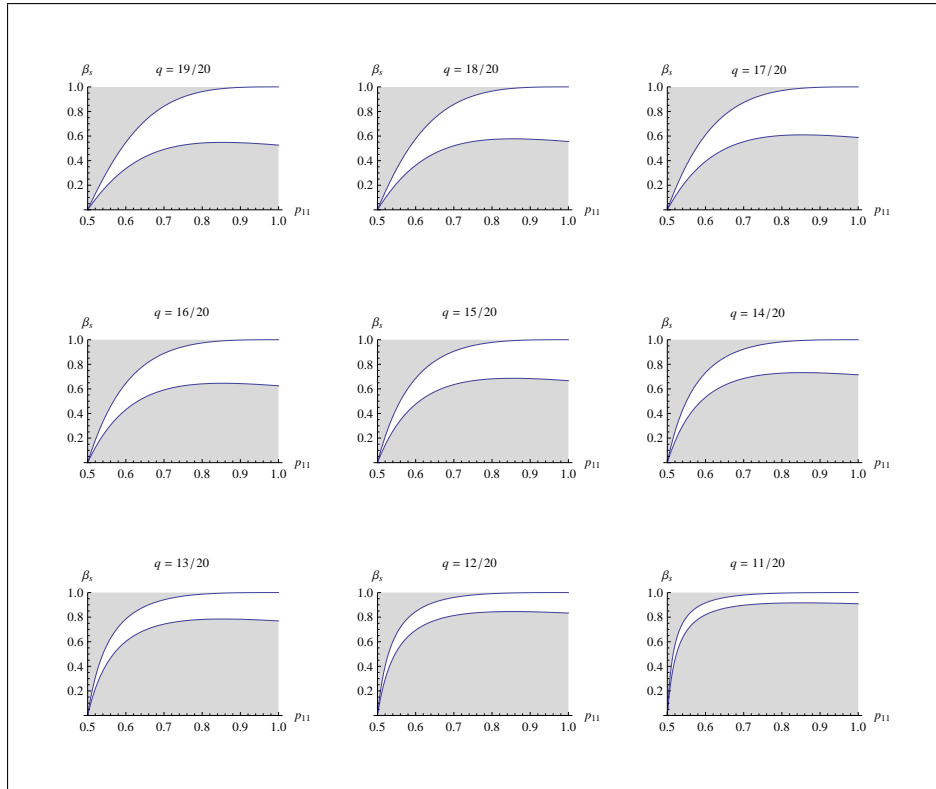


Abbildung F.1: Intervall für β_s mit positivem Wahrscheinlichkeitslimes unabhängig von β_s für unterschiedliche q .